astr. ü. 124.

Fq. 55:12 !

Mathesis. Astronomica. Systemata et
methodi 710.

Anfangsgründe
der
physikalischen
Astronomie
von
Ludwig Mitterbacher,
königlicher Lehrer an der Universität Ofen.

R

Bayerische Staatsbibliothek München

B

Wien,
bey Christian Friedrich Wappler, 1781.

Bayerische Staatsbibliothek München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

An die
adelichen Hörer der Naturlehre
am k. k. Theresianum.

Ich liefere Ihnen hier ein Werkchen, welches Sie schon lange vorher gekannt haben; es enthält meine Vorlesungen, welche von mehreren Jahren her in Schriften von Hand zu Hand gegangen sind. Möchten sie doch, da sie itzt öffentlich erscheinen, eben den Nutzen schaffen! Meine Absicht war, sowohl die einzelnen im Himmel vorkommenden Erscheinungen, als den Zusammenhang der Weltkörper untereinander,

nander, und überhaupt die Einrich-
tung des Weltgebäudes in ein solches
Licht zu setzen, daß sie allen Gattungen
der Lernenden begreiflich werden könn-
ten. Die geometrischen Beweise, wel-
che gleichsam die Seele der wahren
Naturlehre sind, gehören ganz zu mei-
nen Vorlesungen; ich habe sie nur aus
der Ursache in die Anmerkungen verse-
tzet, damit sie nicht einen in der Ma-
thematik wenig erfahrnen Leser irre
mach-

machten. Der Wissenschaft selbst hal-
te ich keine Lobrede. Je erhabner,
und entfernter ihr Gegenstand ist, de-
sto mehr reizet sie Ihre Wißbegierde
von sich selbst an. Die übrigen Theile
der Naturlehre haben Ihnen Wunder-
werke der Allmacht, und Weißheit des
Schöpfers in einzelnen Körpern, und
gleichsam im Kleinen entdecket; hier
werden Sie ebendieselben in den unge-
heuersten Weltkörpern, und im Zusam-

menhange übersehen. Es ist nicht mög-
lich, daß Sie nicht sollen gerühret, und
in Ihren Betrachtungen bis zu dem
Herrn der Welt selbst geführet werden.
Und dieß ist hauptsächlich, was ich mir
von Ihnen verspreche.

Innhalt
des ersten Theiles.

Erstes Hauptstück.
Von der Sphäre, und den Haupttheilen des Weltgebäudes überhaupt. pag. 1.

Zweytes Hauptstück.
Von dem Sonnengebäude. 25

Drittes Hauptstück.
Von der Bewegung der Erdkugel, der Ablenkung der Sterne, und den optischen Ungleichheiten der Laufsterne. 47

Viertes Hauptstück.
Von den Erscheinungen, welche von der doppelten Bewegung der Erde abhangen, und besonders von den Jahrszeiten, und den Abwechslungen der Tage, und Nächte. 63

Fünftes Hauptstück.
Von den Grundsätzen der Sonnenuhr-Lehre, 76

Sechstes Hauptstück.
Von der Zeitlehre. 90

Siebentes Hauptstück.
Von den Ursachen der Bewegung der Laufsterne. 96

Achtes Hauptstück.
Von den besonderen Erscheinungen der Mondesbewegungen, 131

Neuntes Hauptstück.
Von der Vorausgehung der Nachtgleichen, und der Wankung der Erdachse. 148

Zehntes Hauptstück.
Von dem Kalender. 162

Des

Des zweyten Theiles.

Erstes Hauptstück.
Von der Sonne, und ihrer Dampfhülle. 173

Zweytes Hauptstück.
Von der Natur, und den Eigenschaften der Hauptlaufsterne. 183

Drittes Hauptstück.
Von den Nebenläufern insgemein. 193

Viertes Hauptstück.
Von den verschiedenen Erscheinungen, Hauptbewegungen, Auf- und Niedergange des Mondes. 200

Fünftes Hauptstück.
Von den Makeln, der Atmosphäre, Bewegung um die Achse, und schwankenden Bewegung des Mondes.

Sechstes Hauptstück.
Von den Mond- und Sonnenfinsternissen.

Siebentes Hauptstück.
Von dem Durchgange der Venus durch die Sonnenscheibe, und der Parallaxe der Sonne.

Achtes Hauptstück.
Von der Figur der Laufsterne.

Neuntes Hauptstück.
Von der Figur der Erde insonderheit.

Zehntes Hauptstück.
Von der Schiffahrt, und den ersten Grundsätzen der Geographie.

Eilftes Hauptstück.
Von den Irrsternen.

Zwölftes Hauptstück.
Von den Ruhesternen.

Der

Physikalischen Astronomie erster Theil.

Von der Ordnung und Bewegung der Himmelskörper insgemein.

Erstes Hauptstück.

Von der Sphäre, und den Hauptheilen des Weltgebäudes überhaupt.

Wenn Sie den ungeheuren Raum des Himmels übersehen, und diesen Punct, auf welchem wir stehen, mit dem Himmel zusammenhalten, so werden Sie Sich einbilden, die Figur des Himmels sey eine vollkommene Halbkugel, an deren hohler Oberfläche alle Sterne nicht anders, als eben so viele feurige Puncte zu sitzen scheinen: und weil Sie wissen, daß unsere Erde kugelicht ist, und ganz frey in dem Himmel schwebet, so werden Sie gleich begreifen, daß auch jener Theil des Himmels, welchen unsere Erde bedecket, eben also beschaffen sey; woraus zu folgen scheinet, daß Sie Sich mit der Erde in dem Mittelpuncte dieser Sphäre befinden, von welchem alle Sterne in einer gleichen Entfernung sind, ungeachtet sie nicht gleich groß zu seyn scheinen, und nicht alle ein gleiches Licht haben. Die-

se Beobachtungen gehören zu der Gattung derjenigen, von derer Wahrheit ein unbewegliches Aug nichts gewisses bestimmen kann. Wenn Sie von einem erhobenen Orte die Gegenden um diese Hauptstadt übersehen, so werden Sie meynen, daß einerseits die Gebirge, andererseits die Wälder, ob sie schon von einander weit entfernet sind, in einem ununterbrochenen Kreise umher liegen, in dessen Mittelpuncte Sie stehen; und wenn vielleicht zu eben dieser Zeit jemand anderer von dem Kahlenberge die nämliche Gegend übersähe, so würde er gleichfalls glauben, daß er in dem Mittelpuncte des nämlichen Kreises sey. Obgleich die Ursache dieser Täuschung unseres Auges kaum bestimmet werden kann; so haben wir doch an einem andern Orte gesehen, was man davon anzugeben pflege. Unterdessen hat uns die Erfahrung gelehret, daß wir von der wahren Entfernung weit entlegener Gegenstände, aus dem Gesichte allein, gar nichts bestimmen können, so lange wir an der nämlichen Stelle bleiben; daher, weil die Bestimmung der Größe von der Entfernung abhängt, läßt sich von der Größe der Sterne kein gewisses Urtheil fällen.

Wie werden die Sterne eingetheilet?

Uebrigens giebt Ihnen eben dieser Unterschied der scheinbaren Größe, weil er beständig ist, eine sehr bequeme Gelegenheit, die Sterne in gewisse Gattungen einzutheilen. Sie werden jene, welche vor andern mit einem helleren Lichte prangen, Sterne **von der ersten Größe**; jene, die diesen am nächsten kommen, **von der zweyten Größe**; und eben so die übrigen, je

weiter ein jeder von der Pracht der ersteren abgehet, von einer minderen Größe nennen, bis Sie zu denen kommen, welche nicht mehr mit freyen Augen gesehen werden können, und billig in die **siebente, und achte Gattung** geschoben werden. Ob Sie schon auf diese Art ohne Ihre Schuld in der Austheilung der Plätze einigen Sternen Unrecht widerfahren lassen, so erhalten Sie dennoch dadurch, daß Ihnen Ihr Fehler bey unzähligen Himmelserscheinungen wohl zu statten kömmt. Weil die Zahl der in einem unendlichen Raume hin und wider zerstreuten Sterne fast unendlich ist, und sie eben darum ohne Beyhilfe der Kunst nicht können erkennet werden, so hat man erachtet, es sey füglicher, nicht einzelne Sterne, sondern einzelne Sammlungen der Sterne zu betrachten, welche sich schicklich zu gewissen Figuren brauchen ließen, von derer Theilen ein jeder Stern seinen Namen bekommen hat. Also nenne ich den Stern, der in dem Auge des Stieres sitzet, das **Aug des Stieres**, einen anderen das **Horn des Stieres**, u. s. w. Die Sammlungen selbst aber werden von den Sternkündigen **Gestirne**, (Conitellationes) genannt.

Was ein Gestirn?

Gemeiniglich rechnet man der Gestirne 60; derer 48 an der uns sichtbaren Halbkugel, 12 aber an der uns entgegen gelegenen sind. Es würde unnütz seyn, sie alle mit ihren Namen zu nennen, nachdem Sie dieselben auf der Kugel selbst gesehen haben. Doch, weil die Kugel von einem etwas kleinern Durchmesser ist, so lege ich ih-

Wieviel net man die Sterne kennen?

Ihnen zwo himmliſche Karten vor, weſche Sener nach der Beſtimmung Flamſteeds mit größtem Fleiße geſtochen hat. Mit Beyhilfe dieſer Karten wird es nicht ſchwer fallen die Sterne am Himmel kennen zu lernen. Zu dieſem Ende werden Sie bey heiterer Nacht Ihre Karte alſo vor ſich legen, daß der obere Rand, der mit **Mitternacht** bemerket iſt, auch wirklich gegen dieſelbe Himmelsgegend gerichtet ſey. Dann werden Sie einen ſchon bekannten Stern aufſuchen, als zum Beyſpiele jene Sammlung kleiner Sterne, welche man insgemein **das Siebengeſtirn**, der Sternkündige aber **Plejaden** nennet, oder die ſieben Sterne, welche die **größere Bärinn**, oder der Heerwagen genennet werden. Dieſe werden Sie in Ihrer Karte mit leichter Mühe finden, und von dieſen aus wird es nicht beſchwerlich ſeyn, ihre ganze Nachbarſchaft zu beſtimmen.

Man hält die Sterne für ſo unbeweglich, daß man ſie ſchon längſtens **Ruheſterne** (fixas) genennet hat, um ſie von andern zu unterſcheiden, welche ſich in Kreiſen herum bewegen. So ſcheinbar auch die tägliche Bewegung der Sterne iſt, ſo iſt ſie doch gewiß keine ſolche Bewegung, wodurch die Entfernungen, welche ſie untereinander haben, verändert werden könnten. Und dieß zum Glücke; denn bewegten ſich die Sterne, ſo hätten wir keinen ſicheren Gegenſtand mehr, mit dem die Bewegungen der übrigen Himmelskörper könnten verglichen werden, und wir würden dann eben ſo wenig von dem Wege der Sonne, des Mon-

des,

des, und der Planeten, von ihrer Geschwindigkeit, und der Zeite ihres Umlaufes wissen, als uns von den Sternen selbst bewußt ist.

Der Ursprung der Kreise auf der Sphäre

Weil alle Kunst der Sternkündigen in dem bestehet, daß sie den wahren Ort eines jeden Himmelskörpers zu allen Zeiten bestimmen können, so war es nothwendig gewisse unbewegliche Gegenstände zu entdecken, mit welchen die gesuchten Oerter könnten verglichen werden. Allein es hat nicht viele Beobachtungen gebraucht, um zu sehen, daß in dem ganzen sichtbaren Himmel nur ein einziger Punct sey, der bey immerwährender Bewegung der übrigen Gestirne unbeweglich bleibt. Daher, weil ein Punct zur Bestimmung der Stellungen nicht genug ist, so haben sie sich entschlossen, den Himmel in gewisse Gegenden einzutheilen, derer Gränzen immer die nämlichen bleiben, und weil die scheinbare Figur des Himmels eine Oberfläche von einer Kugel vorstellet, Zirkel seyn müßten. Ihrer mehrere stellen uns jene wirkliche Bahn vor, welche die Himmelskörper gleichsam mit unsichtbaren Zügen an dem Himmel zu beschreiben pflegen, und daher sind sie ihren Ursprung eben so wenig, als die Gestirne, einer leeren Einbildung, sondern einem langen Nachsinnen, und den Regeln der Kunst schuldig.

Es liegt sehr viel daran, daß Ihnen der Ursprung dieser Zirkel nicht unbekannt bleibe. Damit aber die Sache, so viel möglich ist, klar, und deutlich werde,

so wollen wir die Einbildungskraft zur Beyhilfe nehmen. Bilden Sie Sich ein, daß diese Erdkugel durch einen plötzlichen Zufall in Krystall verwandelt worden sey. O welche Veränderung würde eine solche Verwandlung augenblicklich hervorbringen! Bilden Sie Sich ein, sage ich, diese Erdkugel wäre aus dem reinsten Krystalle gestaltet, und innerlich hohl; Sie säßen im Mittelpuncte, und betrachteten alles genau, was um sie herum vorgienge. Wenn Sie nun von diesem Puncte den Himmel, und seine ganze Pracht übersähen, so würde Ihnen vorkommen, als wären alle Sterne auf der Oberfläche Ihrer gläsernen Kugel abgebildet, eben so, wie alle auswärtigen Gegenstände auf der gläsernen Scheibe abgemalet zu seyn scheinen, wann wir durch das Fenster die Gasse übersehen. Bey dieser Erscheinung bilden Sie Sich ein, daß Sie einen Stift haben, der dem Halbmesser der Kugel gleich kömmt, und mit einer diamantenen Spitze versehen ist. Wählen Sie Sich nun nach Belieben einen Stern μ (Fig. I.) und drücken Sie Ihren Stift an dessen scheinbares Ort fest an. (Fig. I.)

Nach kurzer Zeit werden Sie bemerken, daß der Stern Ihnen entlaufen ist, und schon an einem anderen Orte erscheinet. Doch verlieren Sie die Geduld nicht, sondern folgen Sie ihm fleißig nach, und zeichnen Sie mit Ihrem Diamant seine Bahn so lang, bis er auf das nämliche Ort wieder zurückkömmt. Dann besehen Sie Ihre Uhr, und Sie werden erfahren, daß zwischen der ersten Erscheinung des Sterns an dem Platze μ, und seiner Zurückkunft ein Zwischenraum von

$23^{St.}\ 56^{m.}\ 4''$ verlaufen, die Bahn Gμg aber, welche Sie auf der Kugel gezeichnet haben, ein Kreis sey. Wenn Sie nun auf eben diese Art die Bahn eines zweyten λ, hernach eines dritten ν, eines vierten β, und endlich eines jeden aufzeichnen, so werden Sie gleich sehen, daß alle Sterne innerhalb $23^{St.}\ 56^{m.}\ 4''$ Reimkreise (circulos parallelos) oder **Reimlinge** (*) beschreiben, derer größter ÆCQ derjenige ist, dessen Durchmesser durch Ihr Aug, das ist, durch den Mittelpunct der Sphäre geht, und dessen Fläche eben deßhalben die ganze Kugel in zwey Theile scheidet; alle übrigen sind kleiner, und nehmen nach eben dem Maaße ab, nach dem sie sich von dem größten ÆCQ gegen die zwey Endpuncte der Sphäre P und p entfernen. Sie bemerken endlich in dem Theile der Sphäre, der sich gegen P' erstrecket, einen Stern, der bey allgemeiner Bewegung der andern unbeweglich zu verbleiben scheinet. Er ist der letzte Stern in dem Schwanze der kleineren Bärinn, und weil er in einem so kleinen Kreise umläuft, daß man an ihm fast keine Bewegung beobachten kann, so pflegt man ihn den **Polstern** zu nennen. Nicht weit von ihm ist jener Punct P, der immer unbeweglich bleibt, und der **Weltpol** genennet wird; und weil Sie bemerken, daß an der uns entgegen gelegenen Halbsphäre die Reimkreise eben auch beständig

Was sind die Pole?

(*) Den Begriff vom Parallelismus der Linien, und Flächen werden wir auch künftig durch **Reim**, und reimen ausdrücken.

dig abnehmen, so schließen Sie daraus, daß an selber auch ein unbeweglicher Punct p seyn müße, der dem vorigen gerade entgegen gesetzet ist. Diese zwey Puncte sind die **Weltpole**, derer einer, den wir sehen, der **Nordpol**, und der andere der **Südpol** genennet wird.

Was der Ebenkreis, und die Reimlinge?

Die Kreise, welche die Bahn der Sterne vorstellen, heißen überhaupt **Reimlinge**: der Kreis ÆCQ der **Ebener**, oder **Ebenkreis** (æquator); der Kreis ÆCQ sowohl, als alle dergleichen Kreise, derer Fläche durch den Mittelpunct der Sphäre gehet, und die Kugel in gleiche Theile schneidet, werden **grosse Kreise**, alle übrigen aber **kleine Kreise** genennet.

Was die Weltachse?

Wenn Sie Sich nun einbilden, daß die zween Pole mittels einer geraden Linie PCp zusammenhängen; so werden Sie gleich begreifen, daß diese Linie durch den Mittelpunct der Sphäre gehen müße, und daher die Sphäre selbst sich um die nämliche Linie, nicht anders, als um eine Achse herumdrehe. Aus dieser Ursache nennet man die Achse der **Welt** eine Linie, die durch zween Weltpole gehet. Werden Sie aber sagen, daß die Achse der Welt eine Linie sey, die durch den Mittelpunct der Sphäre geht, und um welche sich die Weltkugel drehet, so werden Sie ihre zwey äußersten Puncte die **Pole** nennen. Ueberhaupt aber nennet man die **Pole** eines grossen Kreises zwey entgegen gesetzte, aber doch an der Oberfläche der Kugel liegende Puncte, welche von dem Umfange des Kreises allenthalben 90°

ent-

entfernet sind, und folglich sind die Pole der Ebenlinie die Weltpole selbst.

Wenn Sie Sich ferner einbilden, daß die Kugel nach den Zügen der verschiedenen Kreise geschnitten sey, so werden die Kreisesflächen die Achse senckrecht schneiden, und sowohl sie, als die ganze Sphäre in zwey ungleiche Theile scheiden; nur allein jene Fläche ausgenommen, welche in der Mitte von den übrigen ist, und durch den Kreise ÆCQ gezogen wird. Und überhaupt schneiden alle grossen Kreise die Kugel in zwey gleiche Theile.

Ein jeder Kreis wird in 360 gleiche Theile eingetheilet, die man **Grade** nennet; aus denen ein jeder wieder in 60. **Minuten**, und jede Minute in 60. **Secunden** zerfällt.

Was der Mittagskreis?

Zieht man durch die Puncte P und p grosse Kreise, so werden sie alle auf die Ebenlinie, und folglich auch auf alle mit der Ebenlinie reimende kleine Kreise senkrecht fallen, und dieselbe in zweyen gerade gegenüber liegenden Puncten schneiden. Man nennet sie die **Mittagskreise**, oder Pinnekreise, weil die Sonne, und überhaupt alle Sterne ihren halben Weg zwischen dem Auf- und Niedergange vollendet haben, wenn sie diesen Kreis erreichen. Da nun durch einen jeden Punct in der Ebenlinie ein solcher Kreis gezogen werden kann, der durch die Pole geht, die Zahl der Puncten aber in dem Ebener unendlich ist; so folget, daß unendlich vie-

le Mittagskreise möglich sind, doch größerer Bequemlichkeit halber ziehet man dergleichen Kreise auf der Sphäre nur durch jede 10, oder höchstens durch jede 5. Grade, und in diesem Falle sind nur 36. Mittagskreise auf der Sphäre, unter welchen ein jeder dritter Kreis ein Stundenkreis ist. Es sind aber **Stundenkreise** dergleichen Mittagskreise, die durch jeden fünfzehnten auf dem Ebenkreise gezählten Grad durchgehen, und die Sphäre in 24 gleiche Theile scheiden. Denn, weil sich alle Sterne beyläufig in 24 Stunden in kreisförmigen mit dem Ebenkreise reimenden Bahnen gleichförmig bewegen, so kömmt nothwendig ein zwischen solchen Mittagskreisen eingeschlossener Bogen auf eine Stunde des Tages.

Was die Stundenkreise?

Was Zenith, und Nadir?

Wenn man sich einbildet, daß durch den Mittelpunct der Erde C, und einen auf der Oberfläche gelegenen Punct α eine gerade Linie bis zu der Oberfläche der himmlischen Sphäre gezogen wird, so wird sie dort zwey Puncte ⊖ und Λ bestimmen, aus welchen der jenige ⊖, der gerade ober der Scheitel ruhet, das **Por** oder **Zenith**, der andere Λ das **Gegenpor**, oder **Nadir**, beyde aber zusammen die Porpuncte heißen. Wenn nun durch die Porpuncte, und die beyden Pole P und p ein grosser Kreis gezogen wird, so wird er der zu dem gegebenen Puncte gehörige **Mittagskreis** seyn. Daher sehen Sie, daß alle diejenigen Puncte der Erde, derer Zenith, und Nadir in den Umfang des nämlichen Kreises PTpQ einfallen, unter dem nämlichen

chen Mittagskreise liegen, und daß also ein Beobachter beständig unter dem nämlichen Mittagskreise fortgehen wird, so lang er von Süden gegen Norden gerade fortgehet, sollte er aber nur ein wenig gegen Osten, oder Westen abweichen, so würde er alsogleich den Mittagskreis um so viel verändern, als der zwischen den beyden Mittagskreisen gelegene Bogen des Ebenkreises, oder des Reimlinges beträgt, welcher aus dieser Ursache der **Unterschied zwischen den Mittagskreisen** heißt. Man mißt ihn gemeiniglich durch den Unterschied der Zeiten, welcher zwischen dem Mittage an einem, und dem andern Orte sich befindet, und der sich hernach ganz leicht in Grade und Minuten eines grossen Kreises verwandeln läßt.

Was der Unterschied der Mittagskreise?

Ich darf Ihnen nicht sagen, daß man **Nord** denjenigen Punct, der mit dem uns sichtigen Pole übereinstimmet, **Sud** aber den gerade über liegenden Punct nennet; **Ost** heißt der Punct, der zur rechten, **West** endlich, der zur linken demjenigen liegt, der gerade gegen Norden sieht. Wir nennen sie Hauptpuncte (puncta cardinalia) und betrachten sie nicht anders, als wenn sie an dem Sehekreise gelegen wären.

Was die Hauptpuncte?

Der **Querkreis** oder wahre **Sehekreis** (horizon rationalis) ist ein grosser Kreis ΓΠ, dessen Pole Zenith, und Nadir sind. Wir können ihn niemals übersehen: und daher ist der scheinbare (horizon sensibilis) **Sehekreis**, oder **Flurkreis** ein kleiner Kreis,

Was der wahre und scheinbare Sehekreis?

dessen Fläche die Erde in jenem Puncte berühret, auf welchem der Beobachter sich befindet; und auf diesen kleinen Kreis beziehen sich alle Beobachtungen, die an Laufsternen, und andern von der Erde nicht allzuweit entferneten Gegenständen gemacht werden. Weil aber der Halbmesser der Erdkugel im Vergleiche mit dem Abstande der Ruhesterne verschwindet, so findet sich bey den Beobachtungen der Ruhesterne gar kein Unterschied zwischen dem Querkreise, und Sehekreise.

Was sind die Porkreise?

Ziehet man durch das Por, und Gegenpor verschiedene sich untereinander durchschneidende Kreise, so werden sie alle grosse Kreise seyn, und auf den Sehekreis senkrecht fallen. Sie werden derohalben **Porkreise** (verticales) genennet. Der erste aus allen ist derjenige, der durch die wahren Ost- und Westpuncte durchgehet. Hält man sie mit andern Kreisen zusammen, so entstehet der Begriff der Entporung, oder Weite (amplitudinis) und der Entpinnung (azimuthi).

Was die Entporung, und die Entpinnung?

Die **Entporung** ist ein Bogen des Sehekreises AM, der zwischen dem ersten Porkreise ΘAΛ, und dem Puncte M, in welchem der Reimkreis GMg des Sternes μ den Sehekreis durchschneidet, eingeschlossen ist. Sie ist **aufgehend** (ortiva) oder **niedergehend** (occidua) nach dem der Punct M gegen den Auf- oder Niedergang des Sternes lieget. Die **Entpinnung** ist ein Bogen des Sehekreises ΓA, der zwischen dem Mittagskreise PΘTpQ, und dem, durch den Stern gehenden Porkreise ΘAΛ eingeschlossen ist, und ist wie-

der

der **aufgehend** (ortiva) oder **niedergehend** (occidua)

So weit führet uns die Betrachtung der Ruhesterne allein, welche, weil sie die nämlichen Entfernungen von einander dem Scheine nach beständig behalten, keine Veränderung in dem Himmel verursachen können. Weit anders verhält sich die Sache mit den Laufsternen. Wir wollen den Anfang mit der Sonne machen, und, damit wir von der einmal angenommenen Art nicht abweichen, uns wieder einbilden, als wenn wir sie in dem Mittelpuncte der vergläserten Erdkugel betrachteten. Wählen Sie Sich aus den auf der Oberfläche dieser Kugel schon gezogenen Mittagskreisen einen PCp, mit welchem Sie den Lauf der Sonne vergleichen werden. Weil die Sonne innerhalb beyläufig 24 Stunden in einem mit dem Ebenkreise reimenden Kreise um die Erde herum zu gehen scheinet, so wird sie während dieser Zeit den angenommenen Mittagskreis zweymal in entgegen gesetzten Puncten durchschneiden, und es wird Ihnen folglich nicht schwer fallen, den Ort der Sonne zur Mittagszeit von Tag zu Tag richtig zu bezeichnen. Nehmen Sie an, Sie haben die Sonne am ersten Tage zu Mittag an dem Mittagskreise in C gesehen, so wird an demselben Tage ihr scheinbarer Weg mit dem Ebenkreise selbst übereinstimmen, und Sie werden nicht zweifeln, daß sie nach 24 Stunden wieder zu dem nämlichen Puncte C zurückkommen werde. Allein am folgenden Mittage werden Sie Sich verwundern, daß die Sonne

auf dem Mittagskreise nicht mehr in C, sondern in einem Puncte ober C, und so von Tag zu Tag allezeit höher in den verschiedenen Puncten U, y, N erscheine, bis auf einen gegen Norden gelegenen Punct N, zu welchem sie einige Tage nacheinander zurückzukommen scheinet; von dannen wird sie durch die nämlichen Puncte y, U zurückgehen, und nach einem halben Jahre wieder in C erscheinen; nach diesem wird sie den Mittagskreis in verschiedenen gegen dem Südpole gelegenen Puncten x, z, Z schneiden, und, nachdem sie zu dem nämlichen Puncte Z einigemale zurückkömmt, durch eben die Puncte z, x den Rückweg nehmen, und endlich wieder in C erscheinen. Der ganze Umlauf beträgt genau ein Jahr. Aus dieser Beobachtung schließen Sie nothwendig, daß die Sonne in ihrer täglichen Bewegung keine in sich zurückkehrende krumme Linie beschreibe, und daß folglich ihr täglicher Weg kein Kreis, sondern eine schneckenförmige Linie sey. Sie sehen über dieß, daß die Sonne nebst der Bewegung, die ihr mit der Bewegung der Ruhesterne gemein ist, noch eine andere haben müße, welche, weil sie zu den äußersten Puncten N und Z im Jahre nur einmal, zu dem Ebenkreise aber zweymal kömmt, eine jährliche Bewegung seyn, und in einer den Ebenkreis in zwey entgegengesetzten Puncten durchschneidenden Bahn geschehen muß. Messen Sie endlich die Bogen CN und CZ, so werden Sie finden, daß sie einander gleich sind, und jeder 23 $\frac{1}{2}$° enthält, und also den Schluß machen, daß die Bewegung der Sonne in einem grossen auf den Ebenkreis unter einem

Mathie Sonnenbahn?

Win-

Winkel von $23\frac{1}{2}°$ geneigten Kreise geschehe, den Sie hinführo die Sonnenbahn (Eclipticam) nennen werden.

Was die Himmelszeichen?

Beobachten Sie die Lage dieses Kreises in dem Himmel selbst, so werden Sie alsogleich merken, daß er durch zwölf Gestirne durchgehe; und daher nehmen Sie die Gelegenheit ihn ganz natürlich in 12 gleiche Theile zu scheiden, die Sie **Zeichen** nennen, und weil die zwey Puncte, in welchen die Sonnenbahn den Ebener durchschneidet, dem Scheine nach unbewegliche Puncte sind, so fangen Sie die Eintheilung von einem aus diesen Puncten an. Die Alten, weil sie ihr Jahr mit dem Frühlinge anfiengen, wählten zu diesem Ziele denjenigen Punct, der mit dem Anfange des Frühlings übereinstimmet, und in das Gestirn des Widders fällt. Die Gestirne selbst drückten sie mit gewissen Zeichen aus, derer wir uns hinführo bedienen werden. Sie sind folgende:

Nördliche Zeichen.		Südliche Zeichen.	
♈	Widder.	♎	Wag.
♉	Stier.	♏	Scorpion.
♊	Zwilling.	♐	Schütz.
♋	Krebs.	♑	Steinbock.
♌	Löw.	♒	Wassermann.
♍	Jungfrau.	♓	Fische.

Die sechs ersten sind in der nördlichen Halbkugel, und werden die **Nördlichen**, oder auch die **aufsteigenden Zeichen**, die sechs letztern in der südlichen Halbkugel

gel gelegenen, die **Südlichen**, oder **absteigenden** Zeichen genennet. Ein jedes Zeichen, weil der Kreis aus 360° bestehet, zerfällt von sich selbst in 30°. Daher, wenn Sie hören sollten, daß, z. B. die Sonne sich im dritten Grade der Zwillinge befinde, so werden sie alsogleich verstehen, daß sie von dem ersten Puncte des Widders drey, und sechzig Grade entfernet sey, 90° wenn sie in dem ersten Puncte des Krebses ist, u. s. w.

Was die Puncte der Nachtgleiche, und Sonnenwende?

Obgleich alle Zeichen von gleichem Nutzen sind, so sind doch vor andern vier unserer Aufmerksamkeit würdig, weil in ihnen vier Puncte liegen, derer Gebrauch vielfältig ist; die einen werden die **nachtgleichichen**, (æquinoctialia), die andern die **sonnenwendigen** (solstitialia) Puncte genennet. Jene sind zwey gerade entgegen gesetzte Puncte des Ebeners, in welchen ihn die Sonnenbahn schneidet, derer einer in der ersten Punct des Widders, der andere in den ersten Punct der Wage fällt; den Namen haben sie aus der Ursache bekommen, weil die Nächte den Tagen überall gleich sind, wenn die Sonne in ihnen sich befindet. Die sonnenwendigen Puncte sind die Puncte der größten Abweichung der Sonnenbahn von dem Ebener; sie sind von den nachtgleichichen 90° entfernet, der eine zwar gegen Norden, und fällt in den ersten Punct des Krebses, der andere gegen Süden, und ist der nämliche mit dem ersten Puncte des Steinbockes. Ihr Namen kömmt von dem, daß die Sonne in ihrem gewöhnlichen Laufe

sich

sich wieder umzuwenden scheinet, wenn sie auf diese Puncte kömmt.

Ziehen Sie durch diese Puncte zween Mittagskreise, so werden sie sich in den Polen in rechten Winkeln schneiden, die Sphäre in vier gleiche Theile scheiden, und für uns die Gränzen der vier Jahrszeiten bestimmen. Man kann sie hievon mit eben jenem Rechte **Scheidekreise** nennen, mit welchem sie vormals Coluri hießen. Jener aus ihnen PCp, der durch die Puncte der Nachtgleiche durchgeht, kann der **Scheidekreis der Nachtgleiche**, oder von der Bestimmung des anfangenden Lenzes der **Lenzkreis** genannt werden; der andere aber PTpR, der durch die Puncte der Sonnenwende gezogen ist, der **Scheidekreis der Sonnenwende**, oder von der Bestimmung des anfangenden Sommers der **Sommerkreis.** Was die Coluren?

Die Puncte der Sonnenwende haben zu der Bestimmung der **Wendekreise** Gelegenheit gegeben; sie sind zwey kleinere mit dem Ebener reimende Kreise Rr und Tt, welche die Sonnenbahn in den Puncten R und T berühren, und folglich von dem Ebener $23\frac{1}{2}°$ entfernet sind. Was die Wendekreise?

Weil ein jeder grosser Kreis seine Pole hat, so muß die Sonnenbahn sie auch haben, und sie müßen nothwendig von den Weltpolen eben so viel entfernet seyn, als die Sonnenbahn von dem Ebenkreise abweicht.

Wenn sie also in dem Sonnenstandescolure PTpR von den Weltpolen P und p einen Bogen von 23 ½° abschneiden, so bestimmen sie die Pole L und o der Sonnenbahn. Ziehet man durch diese Puncte grosse Kreise, so werden sie lauter auf die Sonnenbahn senkrechte Kreise seyn. Die kleinen aber mit dem Ebenkreise reimenden Kreise Ll und Oo werden Polkreise genennet.

Was die Polkreise?

Was die Thierstrasse?

Sie bemerken über alles dieses auf der Sphäre noch ein breites, die Sonnenbahn beyderseits einfassendes, und wenigstens auf 8° sich erstreckendes Band, welches die 12 Gestirne in sich fasset. Man nennet es die **Thierstrasse**, und es hat das besondere, daß es alle Bahnen der Laufsterne in sich einschließet.

Ist die Neigung der Sonnenbahn beständig?

Behielte die Sonnenbahn beständig die nämliche Neigung zu dem Ebenkreise, so würden sowohl die Pole der Sonnenbahn, als die Sonnenwende, und Polkreise unveränderlich verbleiben; allein man ist schon genug versichert, daß sie ihre Neigung verändert. Diese war vor 2000 Jahren beyläufig von 24°, und **Pythaeas** hat sie 200 Jahr vor Christi Geburt durch seine auf der Mittagslinie zu Marseille gemachten Beobachtungen auf 23° 49 bestimmet. Sie ist nun von 23°. 28'. 20", und wächst folglich alle Jahrhunderte um 50" ab, wie es **Maskelyne** bestimmet hat, aus welchem natürlich folget, daß die Sphären der Alten von den unsrigen merklich müßen unterschieden seyn. Nimmt der Neigungswinkel in dem nämlichen Verhältnisse beständig

dig

dig ab, so wird die Sonnenbahn 16900, und folglich im Jahr 18673 nach Christi Geburt mit dem Gleicher gänzlich übereinfallen. Welche Veränderungen in der Dauer der Tage, und Nächte, der Jahreszeiten u. d. gl. daraus entstehen müßte, sehen Sie zwar schon ein; doch werden Sie es besser begreifen, nachdem wir die Ursachen von diesen Erscheinungen werden erkläret haben.

Was sind die Ruhe- und Laufsterne?

Nachdem Sie die gewöhnlichen Eintheilungen der Sphäre auf diese Art vollendet haben, so bleibet nichts mehr übrig, als daß Sie die Oerter der Sterne selbst, so, wie sie in der himmlischen Sphäre gesehen werden, auf der Sphäre bestimmen. Es sind überhaupt zwey Gattungen der Sterne; die eine bestehet aus den sogenannten Ruhesternen (fixæ): die andere begreift alle diejenigen, die in einer immerwährenden Bewegung sind. Von diesen letztern sind theils die **Laufsterne**, oder die so genannten Planeten, welche eine regelmäßige Bewegung in einer bestimmten Bahn, und in einem bekannten Zeitlaufe haben; theils jene irrenden Sterne (Cometæ), welche, nachdem sie einmal erschienen sind, sich unendlich weit zu entfernen scheinen, beynahe nur nach Jahrhunderten zurückkommen, und daher mit größtem Rechte, auch wider den bisherigen Sprachgebrauch, den Namen der **Irrsterne** verdienen. Sie unterscheiden sich meistens von den Laufsterren durch einen lichten Streif. Die Laufsterne sind entweder Haupt- oder Nebenlaufsterne. Hauptsterne sind sechs, nämlich: Merkur ☿, Venus ♀, Erde ♁, Mars ♂, Jupi-

 ter

ter ♃, und Saturn ♄. Nebenlaufsterne sind zehen: der Mond ☾, der sich um die Erde beweget, vier um den Jupiter, und fünf um den Saturn. Von der Zahl der Irrsterne, oder Cometen werden wir später etwas mehrers anführen.

Wie wird der Ort eines Himmelskörpers bestimmet?

Ich habe dieß dahier melden müßen, damit Sie sähen, daß, weil die andern Sterne in beständiger Bewegung sind, nur allein die Oerter der Ruhesterne auf der Sphäre unveränderlich aufgezeichnet werden können, da hingegen die Oerter der Laufsterne für jede gegebene Zeit besonders müßen bestimmet werden. Doch die Art ist für beyde die nämliche, und hat keine besondere Beschwerlichkeit. Sie wissen, daß der Ort eines jeden Punctes durch seine Ferne von zweyen andern Puncten bestimmet wird; er ist allezeit dort, wo sich zwey Linien durchschneiden, die seinen Abstand von zweyen andern Puncten, oder, was das nämliche ist, von zweyen andern Linien messen; da wir nun verschiedene untereinander unter einem rechten Winckel sich durchschneidende Kreise auf der Sphäre ziehen können, so wird es uns nicht schwer fallen, zwey Kreise zu finden, die beyde durch den wahren Ort des Sterns durchgehen. Die hauptsächlichsten sind, die Sonnenbahn, und ein jeder auf sie senkrechter Kreis, oder der Ebener, und ein jeder Mittagskreis: und daher sind zwey Arten den wahren Ort des Sterns zu bestimmen.

Neh-

Nehmen Sie an, es sey ein Stern in μ, der Sommerkreis sey PTpR, und der Lenzkreis PCp, ziehen Sie durch die Pole P, p, und den Stern μ einen Mittagskreis Pμp, und durch eben den Stern μ einen kleinen mit dem Ebener reimenden Kreis Gμg, so wird der kleinste Abstand des Sternes von dem Ebener der Bogen μF, und von dem Lenzkreise der Bogen $\mu\omega$ des Reimlings, oder, was das nämliche ist, der Bogen FC des Ebeners seyn; folglich wird man auch umgekehrt, wenn die Abstände FC und Fμ gegeben werden, die Kreise Pμp, und Gμg ziehen können, derer gemeinschaftlicher Durchschnitt den wahren Ort des Sternes bestimmet. Wollen Sie den Stern lieber mit der Sonnenbahn vergleichen, so werden Sie durch die Pole der Sonnenbahn L, o, und den Stern μ einen Kreis Lμo, und wieder durch den nämlichen Stern μ einen kleinen mit der Sonnenbahn reimenden Kreis $\varrho\mu\nu$ ziehen, und dann wird $\delta\mu$ der Abstand des Sternes von der Sonnenbahn, $\mu\delta$ aber, oder SC von dem ersten Porkreise, oder dem ersten Puncte des Widders seyn.

Es kömmt also alles darauf an, daß man die eben erwähnten Bogen der Kreise finde: sie haben ihre eigenen Benennungen, welche nothwendig müßen erkläret werden. Vergleicht man den Stern mit der Sonnenbahn, so muß seine **Länge**, und **Breite**, wird er aber in der Beziehung auf den Ebener betrachtet, sein **gerades Aufsteigen** (Ascensio recta) und die Abweichuug in Betrachtung gezogen werden.

Was ist die Länge?

Die **Länge** eines Sternes ist der Bogen SC der Sonnenbahn, welcher zwischen dem ersten Puncte des Widders, und dem durch den Stern μ gezogenen, auf die Sonnenbahn senkrechten Kreis eingeschlossen ist. Also z. B. wenn Sie hören, daß die Länge des **Sirius** $3^s\ 15^\circ\ 50'\ 2''$ sey, so werden Sie alsogleich wissen, daß er von dem ersten Puncte des Widders drey ganze Zeichen, und über dieß noch 15°. u. s. w. entfernet, und folglich in dem vierten Zeichen sey, welches, weil die Zeichen, und mithin auch die Längen nach der Ordnung der Gestirne des Thierkreises müßen gezehlet werden, der Krebs ist.

Was die Breite?

Die **Breite** ist ein zwischen der Sonnenbahn, und dem Sterne eingeschlossener Bogen μS des grossen Kreises, der durch die Pole der Sonnenbahn L, o, und den Stern μ gezogen ist worden. Der Kreis selbst heißt der **Breitenkreis.**

Was das gerade Aufsteigen?

Das **gerade Aufsteigen** ist ein Bogen des Ebeners, der zwischen dem ersten Puncte des ♈, und dem durch den Stern μ gezogenen Mittagskreise liegt. Es wird nach der natürlichen Ordnung der Himmelszeichen gezählet.

Was die Abweichung?

Die **Abweichung** (declinatio) des Sternes ist ein Bogen des Mittagskreises Fμ, der zwischen dem Ebener, und dem Sterne eingeschlossen ist. Die Abweichung ist **nördlich**, wenn der Stern auf der Seite

te des Nordpols stehet, und auf der entgegen gesetzten Seite **südlich**. Der Mittagskreis aber, auf dem man die Abweichung mißt, wird der **Abweichungskreis** genennet.

Wie findet man das gerade Aufsteigen?

Es kann nicht zweifelhaft seyn, daß alle Sterne, die in dem nämlichen Breitenkreise liegen, die nämliche Länge, und alle unter dem nämlichen Abweichungskreise liegende, oder, was eben dasselbe ist, alle zu gleicher Zeit durch den Mittagskreis durchgehende Sterne das nämliche gerade Aufsteigen haben; woraus dann nothwendig folget, daß diejenigen Sterne, welche zu verschiedenen Zeiten zu dem Mittagskreise gelangen, eine Differenz zwischen den geraden Aufsteigen haben, welche in genauem Verhältnisse mit der Differenz der Zeiten stehet, zu welchen sie über den Mittagskreis hinweg gegangen sind. Wenn Sie also setzen, daß der Stern μ um $30'$ früher an den Mittagskreis gekommen sey, als der Stern G, so werden Sie die Differenz des geraden Aufsteigens durch diese Proportion finden: wie sich die ganze Zeit eines Umlaufes der Sterne $23^{St.}\ 56'\ 4''$ zu der Differenz der Zeiten, das ist, zu $30'$ verhält, so verhalten sich $360°$ des Ebeners zu $7°.\ 31'.\ 13''$. Wenn Ihnen also das gerade Aufsteigen des Sternes bekannt ist, so werden Sie die gefundene Differenz entweder von ihr abziehen, oder zu ihr hinzusetzen, nachdem der gegebene Stern früher, oder später den Mittagskreis erreichet, und Sie werden sein gerades Aufsteigen haben. Die Sternkündigen vergleichen die Hauptster-

ne mit der Sonne besonders zur Zeit der Nachtgleichen, und mit diesen hernach die übrigen Sterne.

Wie die Abweichung?

Nachdem Sie auf diese Art den Bogen FC gefunden haben, ziehen Sie durch den Punct F, und die Weltpole einen Abweichungskreis PμFp, und Sie sind schon versichert, daß der Stern irgendwo in diesem Kreise liege. Um also seine wahre Lage zu bestimmen, braucht es nicht mehr, als daß der Bogen Fμ des Mittagskreises, das ist, die Abweichung des Sternes gefunden werde. Und dieses werden Sie durch die Beobachtung der Sternhöhe, wenn er den Mittagskreis durchschneidet, finden. Denn es sey PTpR der Mittagskreis, ΓΠ der Sehekreis, Gμg der Reimling, über welchen der Stern in seiner täglichen Bewegung weggehet, so ist es klar, daß der Stern den Mittagskreis in G durchschneiden wird, und daß folglich seine größte Höhe über den Sehekreis der Bogen ΓG des Mittagskreises sey, der sehr leicht zu beobachten ist. Nun ist aber der Bogen ΓG aus dem Bogen ÆG, der die Abweichung des Sternes ist, und aus dem Bogen ÆΓ, der die Höhe des Ebeners über den Sehekreis mißt, zusammengesetzt; folglich, wenn Sie den Bogen ÆΓ von dem ΓG abziehen, wird Ihnen ÆG, das ist, die Abweichung des Sternes bleiben, welche, wenn sie von F in μ übertragen wird, den Ort des Sternes bestimmet. Und in dem bestehet die ganze Kunst, mit welcher alle Sterne auf unserer Sphäre so genau sind aufgezeichnet worden, daß es Ihnen nimmer wunder-

bar

bar vorkommen wird, daß man alle himmlischen Erscheinungen zu jeder Zeit auf der Sphäre weisen kann.

Zweytes Hauptstück.

Von dem Sonnengebäude.

Welche ist die Ordnung der Laufsterne um die Sonne?

Nachdem wir die Oerter der Ruhesterne bestimmet haben, so bleibet uns noch allzeit ein viel beschwerlicheres Unternehmen übrig, welches in der Bestimmung der Oerter der Laufsterne, oder vielmehr in der Bestimmung ihrer Laufbahnen, und der Ordnung, welche sie untereinander halten, bestehet. Wir wollen unsere Beobachtungen bey dem Monde anfangen, weil er gröser und uns näher ist, als die übrigen, und folglich zu dergleichen Beobachtungen geschickter zu seyn scheinet. Wenn Sie Sich also wieder einbilden, daß Sie in dem Mittelpuncte der Erdkugel säßen, so werden Sie erstens bemerken, daß der Mond nach 27T. 7St. 43′. 12″ wieder zu dem nämlichen Puncte zurückkömmt, und mithin seinen Lauf vollendet; zweytens werden Sie beobachten, daß er in seinem Laufe einmal mitten zwischen der Erde, und der Sonne in L erscheinet, hernach, nachdem er den vierten Theil seines Weges vollendet, in N, das ist, in einer Entfernung von 90° von L zur linken, nach dem andern vierten Theile des Weges in I, das ist, 180° von L auf einer der Sonne gerade entgegen gesetzten Seite, wieder nach dem dritten

2. Taf. Fig. 2.

Viertel in M zur rechten der Sonne, und endlich in L wieder erscheinet. Aus dem schließen Sie, daß der Mond durch die in der Thierstrasse befindlichen Zeichen in ihrer natürlichen Ordnung, das ist, von Westen gegen Osten innerhalb 27T. 7St. 43′. 12″. um den Mittelpunct der Erde sich bewege. Die Sache ist so klar, daß sie keinem unbekannt ist.

Von dem Monde werden Sie zu den übrigen Laufsternen schreiten, und am ersten die Venus, weil sie lichter, als die übrigen ist, wählen. Setzen Sie, daß sie Ihnen erstens in V, das ist, zur rechten im Vergleiche mit der Sonne erscheine; nach etlichen Beobachtungen werden Sie bemerken, daß sie von der Sonne allzeit mehr abweiche, bis auf einen gewissen Punct, von welchem sie sich der Sonne wieder nähert, und endlich in der Mitte zwischen der Sonne, und der Erde zu stehen kömmt in u; von hier wird sie nach der linken Seite der Sonne abweichen, und beständig an derselben sich halten, bis sie auf der entgegen gesetzten Seite in W sichtbar wird, und endlich durch den vorigen Weg V wieder in u zurückkömmt. Weil nun niemals geschieht, daß die Erde mitten zwischen der Sonne, und der Venus stehe, so sehen Sie klar, daß die Venus um die Sonne in einer Bahn dahergehe, die ganz zwischen der Sonne, und der Erde lieget. An dem Merkur werden Sie das nämliche beobachten mit dem Unterschiede allein, daß seine Bahn nicht nur allein zwischen der Sonne, und der Erde, sondern zwischen der Sonne, und der Venus liege, und daß folglich

lich der Merkur der nächste an der Sonne, und nach ihm Venus sey.

Eine ähnliche Beobachtung wird Ihnen weisen, daß der Mars zuweilen über die Erde hinaus, und zuweilen über die Sonne gesehen werde, so daß im ersten Falle die Erde zwischen dem Mars, und der Sonne, im zweyten die Sonne zwischen der Erde, und zwischen dem Mars stehet; es kann also wieder nicht zweifelhaft seyn, daß die Laufbahn des Mars um die Sonne sey, und die Erde umgebe. Sie schließen daraus, daß die Erde die dritte von der Sonne, weiter weg der Mars der vierte, der fünfte der Jupiter, und endlich der am weitesten entfernete der Saturn sey.

Wenn Sie dieses beobachten, so sehen Sie, daß es fast um nichts anders, als um ein gesundes Aug zu thun war, um die Falschheit eines ptolomeischen Sonnengebäudes einzusehen. Er setzte mit dem Plato, Eudoxus, Aristoteles, Archimedes, Cicero, u. m. a. die Erde in den Mittelpunct der Welt, und gab vor, daß alle übrigen Laufsterne, und sogar die Sonne um die Erde in mit einander reimenden Kreisen sich bewegen. Allein dieser Fehler so vieler berühmten Männer verdient eine Nachsicht, weil ihnen meistens alle Beyhilfen zu astronomischen Kenntnissen mangelten.

Welche ist die Forme der Laufbahnen?

Nachdem Sie die Ordnung, und Bewegung der Laufsterne entdecket haben, werden Sie Ihre ganze Aufmerksamkeit auf die Forme, und Lage ihrer Laufbahnen,

auf

auf die Geschwindigkeit der Bewegung, und auf die periodischen Zeiten wenden. Was nun erstens die Forme der Laufbahnen betrifft, so war die allgemeine Meynung der Alten, daß sie kreisefórmig seyn. Selbst den grosen Kepler zog der Schwall mit sich, so lang, bis er endlich die an dem Laufsterne Mars von **Tycho Brahen** gemachten Beobachtungen zu Rathe gezogen, und aus diesen erkennet hat, daß die Laufbahnen keine Kreise seyn können. Daß erstens die Sonne in dem Mittelpuncte einer kreisefórmigen Bahn des Laufsternes nicht sitze, war schon gewiß, so bald man beobachtet hat, daß die Laufsterne ihre Entfernungen von der Sonne beständig verändern. Daher verfiel man auf den Gedanken, daß die Sonne irgendwo außer dem Mittelpuncte der kreisefórmigen Laufbahnen sey. Allein auch dieses ist wider alle Beobachtungen, wenn sie nur mit geometrischen Grundsätzen zusammen gehalten werden. Es sey AMPBO eine kreisefórmige Laufbahn, AB sey

Fig. 3. der Durchmesser, in dessen Puncte S außer dem Mittelpuncte die Sonne ist, PO sey ein anderer auf den vorigen senkrechter Durchmesser; Man beobachte erstens die gröβte Entfernung SA des Laufsternes von der Sonne, und hernach auch die kleinste SB; denn weil sowohl die gröβte, als die kleinste Linie, welche durch den Punct S zu dem Umfange des Kreises kann gezogen werden, durch dessen Mittelpunct gehet, so werden die Puncte A, C, S, und B in der nämlichen geraden Linie liegen, und folglich wird die Summe der gröβten, und der kleinsten Entfernung den Durchmesser AB, und mithin auch den Mittelpunct C, wie auch die Entfernung

der

der Sonne von dem Mittelpuncte SC geben. Aus diesem werden Sie die Entfernungen des Laufsternes SO, und SP in den äußersten Puncten des Durchmessers PO aus den bekannten Seiten CS, und CO mit dem eingeschlossenen geraden Winkel SCO nach den gemeinen trigonometrischen Regeln finden. Wenn Sie nun die wahren Entfernungen des Laufsternes in eben desselben Puncten O, und P, in welchen sie von dem Puncte der kleinsten Entfernung B 90° abstehen, durch Beobachtungen suchen, und sie mit den ausgerechneten zusammenhalten, so finden Sie die beobachteten beständig kleiner, als die ausgerechneten, und Sie machen die Folge, daß die Puncte näher zu dem Mittelpuncte fallen, und folglich die Bahn zusammengedrückt, das ist, eyrund, oder elliptisch sey, in deren Brennpuncte, weil ja nur eine einzige kleinste Entfernung ist, die Sonne sitzet.

Was ist die Sonnennahe, und Sonnenferne?

Wir werden hinführo den Punct der größten Entfernung A, die **Sonnenferne** (aphelium) den Punct B der kleinsten Entfernung **Sonnennähe** (perihelium); die Linie AB selbst, welche allzeit zugleich die grosse Achse der Ellipse ist, die **Felgenlinie** (lineam apsidum); CS die **Excentricität**, die Linie SG, oder SF, welche von dem Brennpuncte der Ellipse zu dem äußersten Ende der kleinen Achse gezogen wird, und allzeit der halben grossen Achse gleich ist, den **mittleren Abstand** des Laufsternes, und endlich den Winkel ESA, oder DSB, den zwey von dem Brennpuncte S zu verschiedenen Puncten der Laufbahn gezogene Linien einschlie-

schließen, die **Winkelgeschwindigkeit**, den Winkel ASE, der von einer Linie SA, die zu der Sonnenferne A, und von einer andern SE, die zu dem wahren Orte E des Laufsternes in der Ellipse gezogen wird, in dem Brennpuncte entstehet, die **wahre Anomalie** Kürze halber nennen.

Was die Anomalie?

Wären wir in dem Mittelpuncte der Sonne, so würde es nicht schwer seyn, den Winkel ASE, und folglich auch die Geschwindigkeit des Laufsternes, welche, wie wir unten sehen werden, in einer Ellipse nicht gleichförmig seyn kann, aus den Beobachtungen allein zu bestimmen. Ich will Ihnen nur einen kurzen Begriff von der Art geben, welcher sich die Sternkündigen in dieser Sache bedienen. Sie nehmen an, daß der Laufstern, zum Beyspiele der Mars, in einem Kreise, dessen Halbmesser der Halbachse der elliptischen Laufbahn gleich sey, mit der nämlichen Geschwindigkeit sich bewege, welche er in den äußersten Puncten F und P der kleineren Achse zu haben pfleget. Wir werden sehen, daß er in solchen Umständen seinen Umlauf zu eben der Zeit, als in der Ellipse selbst, vollenden würde. Da nun die Bewegung in einem Kreise gleichförmig ist, so läßt sich der Bogen, den der Laufstern in einer gegebenen Zeit beschrieben hat, ohne Beschwerniß finden. Denn setzen Sie, der Laufstern sey in einem Tage in seiner Bahn von der Sonnenferne A bis in E gekommen, so werden Sie sagen: wie 687 Tage, (das ist, die Umlaufzeit des Mars) zu 1 Tage, so verhalten sich 360° zu 31′ 26″; und dieses ist der Bogen des Kreises,

über

über welchen Mars in einem Tage weggienge, wenn er in einem Kreise gleichförmig sich bewegte. So übertragen Sie nun von dem Puncte A 31′ 26″ bis zu M, ziehen Sie dann eine gerade Linie von M bis zu dem Mittelpuncte des Kreises C, und so wird der Winkel ACM die Geschwindigkeit des Laufsternes in dem Kreise messen. Dieser Winkel heißt die **mittlere Anomalie.** Ziehet man durch den Punct E eine gerade auf den Durchmesser AB senkrechte Linie REN, und von N wieder eine NC zu dem Mittelpuncte C, so entstehet ein Winkel ACN, der die **Anomalie des excentrischen** heißt. Halten Sie den gefundenen Winkel ACM mit dem Dreyecke SCm zusammen, so sehen Sie, daß er ein äußerer Winkel, und mithin mit den beyden mSC, und SmC zusammen gleich sey, die folglich miteinander 31′ 26″ ausmachen. Wenn also der Winkel SmC gefunden, und von der mittleren Anomalie abgezogen wird, so wird der Winkel ASE, das ist, die wahre Anomalie gefunden seyn. Der Winkel SmC, das ist, die Differenz der wahren von der mittleren Anomalie heißt die **Gleichung des Mittelpunctes.** Eine kurze Nachsinnung wird Ihnen entdecken, daß der Winkel ACM in dem halben Kreise AMB von der Sonnenferne bis zu der Sonnennähe allzeit ein äußerer, in dem andern halben Kreise aber ein innerer sey im Vergleiche mit dem Winkel ASE, folglich, damit die wahre Anomalie gefunden werde, muß die Gleichung des Mittelpunctes in dem Wege des Laufsternes von der Sonnenferne zu der Sonnennähe von der mittleren Anomalie abgezogen, im zweyten Falle aber zu der

mitt-

mittleren Anomalie hinzugesetzet werden; daher werden Sie sehen, daß in den astronomischen Tabellen bey der Gleichung des Mittelpunctes bald das Zeichen + bald das — stehe. Allein dieß gehört nicht zu unserer Sache.

Die periodischen Zeiten?

Sie werden also wieder zu neuen Beobachtungen schreiten, und einen Laufstern nach dem andern zum Gegenstande nehmen. Sie werden z. B. die Stellung der Venus eben zu einer solchen Zeit genau bestimmen, zu welcher sie in einer bestimmten Entfernung von einem, und dem anderen Ruhesterne ist, und nachdem Sie den Zeitpunct Sich gemerket haben, werden Sie sorgfältig darauf acht haben, daß Sie die Zeit wieder finden, zu welcher die Venus in die nämliche Stellung zurückkömmt. Wiederholen Sie diese Beobachtungen öfters, so werden Sie nicht nur allein die Umlaufzeit des Laufsternes finden, sondern auch überzeuget werden, daß die Dauer der Umlaufzeit bey dem nämlichen Laufsterne allzeit die nämliche sey. Sie werden die Umlaufzeiten von allen Laufsternen in der unten beygefügten allgemeinen Tabelle finden.

Die Entfernungen der Soune.

Weil nun Ihnen die von Keplern aus sehr vielen Beobachtungen herausgezogene Regel nicht unbekannt ist, daß nämlich die Vierungen der Umlaufzeiten bey den Laufsternen sich verhalten, wie die Cuben der mittleren Entfernungen, so werden Sie ohne besondere Mühe die mittleren Entfernungen der Laufsterne, und aus diesen alles, was zu ihrer Bahn gehöret, in einem Maaße finden, welches zwar noch nicht

die

die eigentliche, doch aber die Entfernung eines jeden Laufsternes im Vergleiche mit den übrigen ausdrückt; denn, wenn Sie für die Entfernung der Erde von der Sonne 100000 annehmen, so werden Sie diese Proportion machen: wie $\overline{(365^{T.}\ 5^{St.}\ 48'.)}^{2} : \overline{(224^{T.}\ 16^{St.}\ 48'.)}^{2} = 100000^{3} : 72333^{3}$; es ist also die mittlere Entfernung der Venus von der Sonne 72333 solcher Theile, dergleichen die Entfernung der Erde 100000 in sich enthält. Nach wiederholten Proportionen für jeden Laufstern werden Sie finden, daß sich die Entfernungen der Laufsterne von der Sonne untereinander verhalten, wie die Zahlen 4, 7, 10, 15, 92, 95. S. die Tabelle.

Die Neigung der Laufbahnen auf die Sonnenbahn.

Vergleichen Sie weiter bey Ihren Beobachtungen die verschiedenen Oerter eines Laufsternes mit den Ruhesternen, so bemerken Sie, daß die Sterne, über welche der Laufstern fortgehet, alle in der nämlichen Fläche liegen, und Sie machen hieraus den Schluß, daß die Bahn des Laufsternes ganz in der Fläche eines grossen Kreises liege. Ueber dieß bemerken Sie, daß er nicht allzeit auf der nämlichen Seite der Sonnenbahn sichtbar sey. Es folget denn nothwendig, daß die Bahn der Laufsterne nicht nur auf die Fläche der Sonnenbahn geneigt sey, sondern sie auch in zwey 180° von einander abstehenden Puncten durchschneide, ihre Flächen aber durch den Mittelpunct der Sonne durchgehen. Die Durchschnittspuncte werden **Knoten** genennet, derer einer der **aufsteigende** ☊ ist, durch welchen nämlich der Laufstern von der südlichen

Die Knoten, und ihre Oerter.

Halbsphäre zu der nordlichen hinüber gehet, der andere ℧ der hinabsteigende. Den Ort der aufsteigenden Knotten hat Hr. la Caille für das Jahr 1700 also gesetzet:

des Saturns	3	Zeichen.	21	Grad.	13′		29″.
Jupiters	3	—	7	—	29		53.
Mars	1	—	17	—	17		25.
der Venus	2	—	13	—	59	—	25.
des Merkurs	1	—	14	—	43		0.

Blieben die Oerter der Knotten allzeit die nämlichen, so würde man, nachdem sie einmal bestimmet wären, ein unveränderliches Bild des Himmels an der Sphäre haben. Allein man hat in den Knotten eine Bewegung wider die Ordnung der Himmelszeichen, in dem Puncte der Sonnenferne aber eine gerade entdecket.

Die Bewegung des Sonnenfernepunctes.

Auf diese letztere ist man, so zu sagen, zufälliger Weise gekommen, da man ganz etwas anderes gesucht hat. Als la Caille auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung gesehen hat, daß die Stellung der Sonne im Vergleiche mit dem Sirius durchaus eben dieselbe sey, wie sie vor 69 Jahren de la Hire zu Paris beobachtet hatte, machte er alsobald den Schluß, daß die Sonne von derselben Zeit her 69 Umläufe vollendet hätte, welche, weil sie 25202T. 16St. 11′ 37″ ausmachten, nothwendig die Dauer eines Umlaufes genau geben müßten, wenn sie mit 69 zertheilet würden. Sie gaben 365T. 6St. 8′ 52″. Der nämliche la Caille fand eben die-

dieselbe Dauer eines Umlaufes im Vergleiche mit dem Aldebaran 365T. 6St. 9′ 3″, welche um 11″ größer ist, als die vorige. Weil dieser Unterschied nicht völlig den bey der Beobachtung begangenen Fehlern zugeschrieben werden kann, schließt man, daß die Sonne nicht mehr die nämliche Geschwindigkeit habe, wenn sie zu dem nämlichen Puncte zurückkömmt, bey welchem sie eher war beobachtet worden, und daß folglich die Felgenlinie ihren Ort veränderet haben müße.

Die Bewegung um die Achse.

Werfen Sie endlich Ihre Blicke auf den Körper der Laufsterne selbst, so entdecken Sie in ihnen einige Flecken, die zwar unveränderlich allzeit die nämlichen, und im Vergleiche mit den andern allzeit an dem nämlichen Orte verbleiben, im Vergleiche aber mit der Scheibe des Laufsternes den Ort verändern, so, daß sie erstens an dem einen Rande sitzen, hernach immer weiter gegen die Mitte der Scheibe fortrücken, und so bis zu dem andern Rande fortgehen, dann gänzlich verschwinden, und, nachdem sie so lange unsichtbar verbleiben, als sie eher sichtbar waren, wieder an dem vorigen Rande erscheinen. Es ist unstreitig, daß diese Bewegung den Flecken nicht eigen sey, sondern zu dem ganzen Körper des Laufsternes gehöre, und daß folglich die Laufsterne eine Bewegung um ihre Achse haben, welche bey den meisten schon bestimmet ist. **S. die Tabelle.**

Alles dieses haben wir aus den Beobachtungen allein gezogen, und wir könnten es für sicher, und ge-

wiß annehmen, wenn es nur um die Ruhesterne allein zu thun wäre. Der Abstand der Ruhesterne von der Erde ist so groß, daß im Vergleiche mit ihm nicht nur allein der Halbmesser der Erde, sondern auch der erstaunliche Abstand der Erde von der Sonne für einen Punct kann angesehen werden, und derohalben würden wir selbst in dem Mittelpuncte der Sterne eben dasselbe sehen, was, und wie wir es hier beobachten. Aber bey den Laufsternen, derer Abstand von der Erde nicht so beträchtlich ist, ist vieles bey unseren Beobachtungen zu verbesseren. Denn unsere Erde ist weder in dem Mittelpuncte der Laufbahnen, in welchen die Laufsterne sich bewegen, noch, wenn sie auch dort wäre, würden wir die wahren Oerter der Laufsterne sehen, weil wir unsere Beobachtungen auf der Oberfläche der Erde, und nicht in ihrem Mittelpuncte machen. Aus beyden Ursachen muß ein Fehler bey unseren Beobachtungen entstehen, derer einer die **jährliche**, der andere die **tägliche**, oder plattweg die **Nebensicht** (parallaxis) genennet wird.

Was die heliocentrische, und geocentrische Breite? Fig. 4.

Es kann nicht zweifelhaft seyn, daß die Längen, und Breiten der Laufsterne viel anders uns vorkommen müßen, als wenn wir sie aus der Sonne sähen. Stelle TG (Fig. 4.) den Durchschnitt der Sonnenbahn, OSP den Durchschnitt der Bahn eines Laufsternes, der Bogen DEI einen Bogen des Breitenkreises in der himmlischen Sphäre vor, in S sey die Sonne, in P der Laufstern, und von P lasse man eine senkrechte Linie

auf

auf die Sonnenbahn fallen. Es ist gewiß, daß das Aug eines Beobachters, der in der Sonne in S wäre, den Laufstern in dem Puncte D der himmlischen Sphäre, folglich seinen Abstand von der Sonnenbahn, oder was das nämliche ist, die Linie PH unter dem Winkel DSG sehen würde. Setzen Sie aber, die Erde, und mit ihr Ihr Aug sey in T, und es ist klar, daß Sie die nämliche Linie PH unter dem Winkel ETG sehen müßen, welcher gewiß nicht der nämliche mit dem vorigen ist. Wäre der Laufstern in O, so würden Sie die nämliche Linie I'H = Oh unter dem Winkel ITG sehen. Weil also der senkrechte Abstand des Laufsternes von der Sonnenbahn seine Breite ist, so folget, daß die von der Erde beobachtete Breite im ersten Falle kleiner, im zweyten größer ist, als man sie aus der Sonne beobachten müßte. Daher ist also der Unterschied zwischen der **heliocentrischen**, und **geocentrischen** Breite entstanden. SP ist der wahre Abstand des Laufsternes von der Sonne, SH ist der auf die Sonnenbahn gebrachte, oder **verkürzte** Abstand.

Was die heliocentrische Länge? Fig. 5.

Aus der nämlichen Ursache entstehet ein Unterschied zwischen den Längen. Es sey CNOM die Sonnenbahn, und in selber der Punct F der erste Punct des Widders, der Laufstern sey in seiner Bahn CBF in P, die Sonne in S, die Erde in C. Weil die Längen in der Sonnenbahn genommen werden, lasse man von dem Puncte P eine senkrechte Linie in H fallen, und der Punct H wird der zu der Sonnenbahn gebrachte Ort

des Laufsternes seyn. Man ziehe aus dem Mittelpuncte der Sonne S eine gerade Linie durch F und wieder eine durch H, und der Bogen GD wird die Länge des aus der Sonne gesehenen Laufsternes seyn; der nämliche Laufstern wird aus der Erde C in E gesehen werden, und folglich seine Länge der Bogen GE seyn, welcher sicher von dem Bogen GD abgehet. Sie werden also diesen letzten die **heliocentrische**, und den anderen die **geocentrische Länge** des Laufsternes nennen. Man sieht aus der Figur allein, daß der Winkel HSG ein äußerer Winkel, und folglich den Winkeln SCH, und SHC gleich sey; es ist also der Winkel SHC = HSG — HCS, das ist, der Differenz zwischen der heliocentrischen, und geocentrischen Länge, und diese heißt die **Nebensicht der jährlichen Bahn.** Sie sehen, daß wir genöthiget sind, die beobachtete, das ist, die geocentrische Länge sowohl, als Breite zu verbesseren, um den wahren Ort des Laufsternes zu haben.

Was ist die Nebensicht.

Allein dieß ist bey weitem noch nicht genug; denn, weil wir nicht in dem Mittelpuncte, sondern auf der Oberfläche der Erdkugel sind, und der Halbmesser der Erde in einem merklichen Verhältnisse mit dem Abstande der Laufsterne stehet, so sehen wir sie niemals in ihrem wahren Orte. Es sey an der Erdkugel AFH (Fig. 6.) der Ort des Beobachters in A, der Laufstern in B, ZDE ein Bogen der himmlischen Sphäre, und Z der Porpunct des Beobachters. Weil wir gewohnet sind alle himmlischen Gegenstände so zu betrachten,

Fig. 6.

ten, als wenn sie in der Gegend der Ruhesterne, oder auf der hohlen Oberfläche der himmlischen Sphäre wären, so wird der Beobachter in A den Laufstern B in E sehen, und seine scheinbare Entfernung von dem Puncte Z wird der Winkel ZAE seyn. Setzen Sie, daß zu gleicher Zeit ein anderer Beobachter in dem Mittelpuncte der Erde in C wäre, und er würde den Laufstern in D sehen, sein wahrer Abstand von dem Porpuncte würde der Winkel ZCD seyn, die beyden Stralen aber ABE, und CBD würden in B zwey gleiche Winkel DBE, ABC gestalten, derer jeder die Differenz zwischen dem wahren, und dem scheinbaren Abstande des Laufsternes Z von dem Porpuncte ist. Diese Differenz ist die **Nebensicht**, welche von dem beobachteten Abstande des Laufsternes von dem Porpuncte muß abgezogen werden, damit der wahre Ort des Laufsternes bestimmet werde. Das Dreyeck ABC wird das **nebensichtige** genannt, und kann trigonometrisch aufgelöset werden. (a)

(a) In dem Δ ABC ist CB : AC = S. CAB : S. ABC, oder weil die neben einander liegenden Winkel die nämliche Bogenhöhe haben, wie S. ZAB : S. ABC; und mithin verhält sich die wahre Entfernung des Laufsternes von dem Mittelpuncte der Erde zu dem Halbmesser der Erde, wie die Bogenhöhe des scheinbaren Abstandes von dem Porpuncte zu der Bogenhöhe der Nebensicht.

Wenn also der Abstand des Laufsternes von dem Mittelpuncte der Erde der nämliche verbleibt, so wird das Verhältniß S. ABC : S. ZAB ein beständiges Verhältniß seyn. Mithin wird die Nebensicht an dem Sehekreise die größte, in dem Porpuncte aber gar keine seyn.

Ich darf Sie nicht erinneren, daß der Ort der Laufsterne durch die Nebensicht erniedriget werde, und näher an dem Sehekreise zu seyn scheine, als er wirklich ist. Ueber dieß ist es schon von sich selbst klar, daß die Nebensicht eine merkliche Veränderung bey den Längen, und Breiten verursache. (a) Endlich sehen Sie selbst, daß die geraden in B sich schneidenden Linien AB, und CB an den äußersten Puncten des Halbmessers der Erde sich endigen, und daß folglich ein Beobachter, der in dem Mittelpuncte des Laufsterns B wäre, den Halbmesser der Erde unter dem Winkel ABC sehen würde.

Wie findet man die Entfernung der Laufsterne von der Erde?

Weil nun der nämliche Halbmesser aus einem weniger entferneten Laufsterne unter einem größeren, und aus einem mehr entferneten unter einem kleineren Winkel muß gesehen werden, so begreifen Sie leicht, daß man aus dem gegebenen Winkel ABC den wahren Abstand eines jeden Laufsternes von dem Mittelpuncte der Erde finden könne. Zu diesem Ende werden Sie erstens

---

(a) Es sey (Fig. 7.) der Laufstern in R Zenith in Z, der Sehekreis HO, die Sonnenbahn EC, ein senkrechter Kreis Zz, und der Pol der Sonnenbahn P, und der erste Punct des Widders A; ziehet man durch den Laufstern den auf die Sonnenbahn senkrechten Kreis PRL, so wird seine wahre Länge AL, und seine wahre Breite LR seyn. Es sey nun der scheinbare Ort des Laufsternes *b*, und der senkrechte Kreis Pbl; wer sieht nicht, daß die scheinbare Länge Al, und die scheinbare Breite lb seyn wird? Es ist also die Nebensicht in die Länge LPl, und die Nebensicht in die Breite Rm.

stens die quere Nebensicht (horizontalem parallaxin) des Laufsternes suchen, und es wird Ihnen folglich in dem rechtwinklichten Dreyecke nebst den Winkeln A, und I die Seite AC bekannt seyn, aus welchen Sie die Seite CI, das ist, den wahren Abstand des Laufsternes ohne Beschwerniß finden werden. Man suche z. B. den Abstand der Sonne von der Erde. Der berühmte Hell hat in dem bekannten Durchgange der Venus durch die Sonnenscheibe im Jahr 1769 die Parallaxe der Sonne 8″ $\frac{70}{100}$ gefunden; wir wollen aber um die Sache zu erleichtern den Winkel AIC 9″ groß annehmen, der Halbmesser AC solle 1 seyn, und IAC ein gerader Winkel, dessen Bogenhöhe der Stral 100000 selbst ist. So ist dann 5. 6398174: 1000000 = 1 : 22706 Halbmessern der Erdkugel; und daher, weil ein Halbmesser der Erde 860 deutsche Meilen enthält, ist die Entfernung der Sonne von dem Mittelpuncte der Erde 19527160 deutsche Meilen.

Nach gefundenem Abstande der Sonne ist nichts leichter, als den Abstand aller übrigen Laufsterne von der Sonne zu finden, denn, weil Sie das Verhältniß der Abstände oben schon gefunden haben, wie

☿ ♀ ♁ ♂ ♃ ♄

38718. 72333. 100000. 152369. 520096. 954006.

so werden Sie mit einer Proportion allein die Sache ausmachen. Also z. B. weil das Verhältniß des Abstandes der Erde zu dem Abstande der Venus von der Sonne ist wie 100000: 72333, der Abstand aber der

Erde 22706 ist, so sagen Sie: 100000: 72333 = 72706 : 16423 Halbmesser der Erde, welche in 1412370 deutschen Meilen den Abstand der Venus geben.

Wieden wahren Durchmesser der Laufsterne?

Von den Abständen werden Sie zu den Größen schreiten, und vor allen den scheinbaren Durchmesser der Laufsterne bestimmen, welches auf eine zweyfache Art geschehen kann. Die erste, und gebräuchlichste Art bestehet in der Abmessung des Durchmessers mit einem Kleinmesser, von dessen Gebrauche hier der Ort zu reden nicht ist; Sie werden also lieber die andere Art wählen, welche in der genauen Beobachtung des Zeitraumes bestehet, den der Durchmesser des Laufsternes braucht, um über einen dünnen in dem Brennpuncte des Augenglases eines astronomischen Fernrohres gespannten Faden wegzugehen. Hiedurch werden Sie den Durchmesser in Zeittheilen bekommen, welche, wenn sie nach der bekannten Art in Theile des grossen Kreises verwandelt werden, denselben in Minuten, und Secunden eines Grades geben. Haben Sie den scheinbaren Durchmesser der Laufsterne, so suchen Sie weiter, wie groß eben dieselben seyn müßten, wenn alle Laufsterne in der nämlichen Entfernung wären, und endlich, weil bey gleichem Abstande die wahren Durchmesser in genauem Verhältnisse mit dem scheinbaren stehen, werden Ihnen auch die wahren nimmer unbekannt bleiben. Es wird nicht unnütz seyn, die Sache in einem Beyspiele zu zeigen. In dem Durchgange der Venus

durch

durch die Sonnenscheibe im Jahre 1761 hat man den scheinbaren Durchmesser der Venus von 58″ gefunden. Man suche nun, wie groß er hätte erscheinen müßen, wenn die Venus von der Erde eben so weit, als die Sonne entfernet gewesen wäre, und zwar aus der bekannten Regel, daß die scheinbaren Durchmesser im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen sind. Nun war der Abstand der Venus von der Erde 27667 solcher Theile, dergleichen der Abstand der Sonne 100000 in sich enthält. Es ist also 100000 : 27667 = 58″ : 16″ den scheinbaren Durchmesser der Venus in gleicher Entfernung mit der Sonne. Es ist aber der scheinbare Durchmesser der Erde in eben der Entfernung (wenn wir für die Nebensicht der Sonne 9″ annehmen) 18″, folglich ist der wahre Durchmesser der Erde zu dem wahren Durchmesser der Venus, wie 18 : 16 = 9 : 8, und mithin 9 : 8 = 1720 : 1528 $\frac{5}{9}$.

Wie die Oberfläche, und Größe?

Weil die Oberflächen der Körper, wie die Viereke der Durchmesser sich verhalten, so wird die Oberfläche der Erde zu der Oberfläche der Venus seyn wie 324 : 256 = 9 : 7; und weil die Dichtigkeiten sich verhalten, wie die Cubi der Durchmesser, so ist die Dichtigkeit der Venus wie 5904 : 4096 = 369 : 256. Sie würden es übel nehmen, wenn ich hier Sie belehren wollte, wie man nicht das Verhältniß allein, sondern die Oberflächen, und Dichtigkeiten selbst zu finden habe, eine Sache, die Ihnen schon aus den Anfangsgründen der Meßkunst bekannt ist. Allein dieses, ob

es

es gleich weitläuftiger vorgetragen ist worden, als es vonnöthen gewesen zu seyn scheinet, dienet theils zu dem, daß Sie die Kunst einsähen, mit welcher die folgende Tabelle verfertiget ist worden, theils, damit Sie Sich überzeugeten, daß die Nebensicht, das ist, das Maaß des Fehlers, den das Aug in der Beobachtung des Ortes von einem Laufsterne begehet, nicht nur die Quelle von einer Wahrheit, sondern sogar die Grundfeste fast von der ganzen Gestirnkunde sey. In der beygefügten 13 Figur stelle ich Ihnen vor die Augen die verhältnißmäßigen Durchmesser, und Abstände der Laufsterne von der Sonne; die Scheibe der Sonne selbst aber stellet der äußerste Umfang des größten Kreises vor, der zugleich die Bahn des Saturns ist.

3. Taf. Fig. 13.

Welcher Fehler entstehet bey der Lichtbrechung? 2. Taf. 9. Fig.

Es ist ein Glück, daß dieser so wichtige, und so viele Folgen nach sich ziehende Fehler gewisse Regeln hält. Allein es ist noch ein anderer, und zwar sehr unbeständiger Fehler, der dem Sternseher eben darum vielen Verdruß macht, und aus der **Lichtbrechung** entstehet. Es sey (Fig. 9.) ein Himmelskörper S in dem Porkreise ZHS, und ein mit ihm gleichlaufender Kreis AOB auf der Oberfläche der Erde, und wieder ein anderer GFE an dem Dampfkreise (atmosphæra). Ein Beobachter sey in A, gegen welchen aus dem Puncte S ein Stral SE so ausgehe, daß er, wenn er weiter fortgeführet würde, gerade zu dem Auge A kommen müßte. Weil der Stral aus einem vollkommen leeren Raume in dem Dampfkreise sich in E versenket,

so

so wird er nimmermehr nacher A kommen können, sondern nach der bekannten Lehre der Lichtbrechung sich mehr zu der auf den Punct E senkrechten Linie neigen, und in der Richtung EO fortgehen. Ist nun ein Beobachter in O, so wird er den lichten Punct in der Richtung OE, das ist, in M sehen; weil aber aus jedem leuchtenden Puncte gegen alle Seiten Stralen ausgehen, so wird ein Stral EF auf die Oberfläche des Dampfkreises in F also auffallen, daß er nach der Brechung zu dem Auge des Beobachters in A komme, der den lichten Punct S in der Richtung AF in H sehen wird. In beyden Fällen ist der scheinbare Ort höher, als der wahre, und überhaupt erhöhet die Lichtbrechung die Oerter der Himmelskörper. Sie wissen schon, daß der Weg des Strales, so lang er in der Atmosphäre fortgehet, keine gerade, sondern vielmehr eine krumme Linie sey, deren Natur, und Eigenschaften noch nicht genug bekannt sind. Gewiß ist es, daß der aus der Lichtbrechung entstehende Fehler an dem Sehekreise der größte sey, von dort um so viel kleiner werde, als die Höhe des Himmelskörpers über den Sehekreis wächst, und in dem Porpuncte endlich gar verschwinde; ja so gar in einer Höhe von 50° ist keine Lichtbrechung mehr merklich.

Das wenige, was ich hier gesagt habe, zeiget zur Genüge, daß die Lichtbrechung die Längen, und Breiten, den Auf- und Niedergang der Himmelskörper, und besonders die sowohl aufgehende, als niedergehende

Endpuncte (amplitudinem) verändere. Denn es sey
Fig. 10. HO der Gesichtskreis (Fig. 10.) der wahre Ort des Himmelskörpers in dem Verticalkreise ZR sey S, der Reimling der Abweichung mM. Wäre keine Lichtbrechung, so würde der wahre Aufgangspunct in M seyn, und die aufgehende Entporung QM. Setzen Sie aber, daß der Ort des Himmelskörpers bis in r erhöhet werde, so wird nothwendig der scheinbare Reimling nN seyn, der Aufgangspunct N, und die scheinbare aufgehende Entporung QN.

Dieses ist schon genug, Sie zu überweisen, daß wir die Laufsterne niemals in ihrem wahren Orte sehen, theils, weil wir außer dem Mittelpuncte des Sonnengebäudes sind, theils, weil wir nicht in dem Mittelpuncte der Erde, sondern auf ihrer Oberfläche sitzen, theils endlich, weil wir mit einem flüßigen Wesen umgeben sind, in welchem das Licht seinen Weg zu veränderen genöthiget ist. Nachdem wir unsere Beobachtungen von allen diesen Fehlern befreyet haben, bleibet dennoch noch einer zu verbesseren, von dem wir alsobald reden werden.

Drittes Hauptstück.

Von der Bewegung der Erdkugel, der Ablenkung der Sterne, und den optischen Ungleichheiten der Laufsterne.

Sie haben nun allen Himmelskörpern ihren Ort nach der Ordnung, in welcher sie wirklich im Himmel stehen, angewiesen, und die Beobachtungen allein haben Sie so weit geführet, daß Sie nothwendig den Laufsternen eine regelmäßige Bewegung um die Sonne zuerkennen mußten; selbst der Erdkugel haben Sie ihren ordentlichen Sitz zwischen dem Mars, und der Venus gegeben, und es scheinet zu der Vollkommenheit des Sonnengebäudes nichts mehr übrig zu seyn, als daß man mit Sicherheit wisse, ob sich die Sonne, oder die Erde bewege? Dem Scheine nach zu urtheilen, scheinet die Frage schon entschieden zu seyn. Denn wer wird sich können einfallen lassen, daß, nachdem wir die Sonne, die Laufsterne, und selbst die Ruhesterne täglich auf- und niedergehen sehen, eine so allgemeine, und durch alle Jahrhunderte bestättigte Erfahrung uns betrügen solle? Mit allen dem finde ich in dieser Sache nichts nothwendiger zu seyn, als daß Sie gleich beym Anfange für sicher, und ungezweifelt annehmen, daß die vorgegebene Erfahrung weder für die Bewegung der Sonne, noch für die Bewegung der Erde etwas beweisen könne, weil in beyden Fällen die Erfahrung

all-

allzeit die nämliche wäre. Setzen Sie, es seyn Leute in dem Jupiter, einem Laufsterne, von dem es gewiß ist, daß er sowohl um die Sonne, als um seine Achse sich bewege; glauben Sie, daß diese Leute die Bewegung ihres Laufsternes wahrnehmen würden? ich bin versichert, daß sie so gut, als wir, ihren **Tycho**, der alle Bewegungen der Sonne, und ihren **Copernikus**, der sie dem Jupiter zueignen wird, haben werden; den Zweifel werden sie so wenig, als wir, aus dem Zeugnisse der Augen entscheiden können. Drehen Sie Sich ein wenig in die Runde! Nicht wahr, es kömmt Ihnen vor, daß die Tische, die Kästen, selbst die Wände sich um Sie herumdrehen? Sehen Sie nicht augenscheinlich, wie die Sinne können betrogen werden? Doch, wenn wir eigentlich reden wollen, so ist dieß nicht ein Fehler des Auges, sondern des Verstandes, welcher, indem er sich in seinem Urtheile übereilet, die ganze Schuld den Sinnen zuzuschreiben pfleget. Es muß also diese so wichtige Frage von der Bewegung der Sonne aus andern Grundsätzen entschieden werden. Sie wissen, daß die Sonne eine doppelte Bewegung zu haben scheinet, eine, welche ihr mit allen übrigen Sternen gemeinschaftlich ist, von Osten gegen Westen innerhalb 23St. 56′ 5″, eine andere, die ihr allein eigen ist, von Westen gegen Osten innerhalb 365T. 5St. 48′ 45″. Ich behaupte nun, daß beyde Bewegungen nicht zu der Sonne, sondern zu der Erdkugel gehören.

Nach-

Nachdem Sie mir zugeben, daß wir alle die nämlichen Erscheinungen haben würden, wenn bey einer immerwährenden Ruhe der Sonne die Erde sich um ihre Achse innerhalb 23St. 56′ 3″ drehete, so verlange ich von Ihnen nur allein, daß Sie ihre Blicke ein wenig an den Himmel häften. Betrachten Sie den unendlichen mit unzähligen Sternen besetzten Raum, in dessen Vergleiche unsere Erdkugel nur ein Punct, nur ein Nichts ist. Können Sie Sich im Ernste einfallen lassen, daß das unermeßliche Ganze sich um ein Nichts alle 24 Stunden herumdrehe? Sind Sie im Stande eine Kraft in der ganzen Natur anzuzeigen, aus welcher diese Bewegung entstehen könnte? Wir werden vielmehr weiter unten sehen, daß aus den bisher bekannten Mittelpunctskräften, welche die einzige Triebfeder aller Bewegungen in dem ganzen Himmel sind, die vorgegebene Bewegung der Sonne, und der Sterne um die Erde unmöglich sey. Sehen Sie nicht, daß bey solcher Bewegung eine unbegreifliche Geschwindigkeit müßte angenommen werden? Setzen Sie, die Parallaxe des nächsten Sternes sey 1″, und so wird schon seine Entfernung von der Erde 4727200000 Halbmesser der Erde, aus welcher der Umfang des Kreises, den der Stern täglich beschreiben müßte, so groß herauskömmt, daß er in einer Secunde 295620200 deutsche Meilen durchlaufen würde. Wir haben nicht einmal einen Begriff von einer solchen Geschwindigkeit, vielweniger können wir eine wahrscheinliche Ursache beybringen. Wie denn? bey allen übrigen Laufsternen scheinet uns die Bewegung um ihre Achse nichts ungereimtes zu seyn, nur allein

bey der Bewegung der Erde ſtehen wir an, und bilden uns, ich weis ſelbſt nicht, welche abentheuerliche Folgen ein. Warum bekennen wir es nicht lieber, daß wir noch ſehr vieles unſeren Sinnen, und einigen Vorurtheilen zutrauen.

Aber wir müßten eine ſolche Bewegung verſpüren? Ohne Zweifel, wenn weder die Atmoſphäre, noch die um uns herumliegenden Körper eine eben ſo geſchwinde Bewegung, und in eben der Richtung hätten. Wenn Sie Sich deſſen erinneren, was auf einem Schiffe vorgehet, wird der Zweifel völlig gehoben. Von keiner größern Wichtigkeit iſt es, daß Sie einen Stein, wenn er ſeiner Schwere überlaſſen wird, in einer ſenkrechten Linie fallen ſehen, da Sie glaubten, daß er bey der Bewegung der Erde einen gekrümmten Weg nehmen ſollte. Denn, warum trauen Sie Sich nicht zu behaupten, daß ſein Weg wirklich eine krumme Linie ſey? Weil man, ſagen Sie, ihn in einer geraden Linie fallen ſieht. So führen Sie denn wieder das Zeugniß der Sinne an, wider welches ich gleich beym Anfange mich erkläret habe. Wenn Sie in einem Schiffe, das in vollem Laufe iſt, einen Stein von der oberſten Spitze des Maſtbaumes fallen ſähen, ſo würden Sie nicht zweifeln, daß er gerade in einer ſenkrechten Linie gefallen ſey; aber eine kleine Ueberlegung wird Ihnen begreiflich machen, daß er nothwendig einen gekrümmten Weg durchlaufen mußte. Doch genug. Die Bewegung um die Achſe iſt ſelbſt denjenigen, welche die Meynung des Tycho angenommen ha-

haben, so nothwendig vorgekommen, daß sie selbe gar bald der Erde zugestanden haben, und aus dieser Ursache Halbrychonianer genennet worden sind.

Die Bewegung um die Sonne

Die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne wäre sehr leicht aus den Gesätzen der allgemeinen Schwere zu beweisen, wenn wir sie schon hier als genugsam bekannt annehmen könnten; doch wir wollen uns nur bey den himmlischen Erscheinungen halten. Die nicht einem jeden verständliche Lehre der in der Natur wirkenden Kräfte bewog die Hrn **Bradley**, und **Molyneux** eine gewisse, und einem jeden sichtbare Erscheinung in dem Himmel zu suchen, aus welcher die Bewegung der Erde um die Sonne, als eine unläugbare Folge müßte erkannt werden. Sie wußten, daß in einem von der Erde weit entferneten, und stillstehenden Gegenstande eine scheinbare Bewegung müße verspüret werden, so bald es wahr ist, daß die Erde sich bewege. Denn es sey ACBD die Erdebahn (Fig. II.) Fig. II. A, und B zwey Puncte, in welchen die Erde in zwo verschiedenen Jahrszeiten sich befindet, E ein unbeweglicher Gegenstand, GFK ein Bogen eines grossen Kreises an der himmlischen Sphäre. Ist nun der Beobachter in A, so wird er den Punct E nach der Richtung AEF in F, und aus B nach der Richtung BEG in G sehen, folglich wird der Gegenstand E während der Bewegung der Erde von A in B über den Bogen GF in einer Richtung, die der Richtung der Erde gerade entgegen gesetzt ist, weggegangen zu seyn scheinen, und es wird dessen Maaß der Winkel GEF = AEB seyn, wel-

chen man die jährliche Nebensicht nennet. Die gelehrten Männer sahen gar wohl, daß die Bewegung der Erde immer zweifelhaft seyn könnte, so bald in den Ruhesternen eine solche scheinbare Bewegung entdecket würde. Sie wählten zu ihren Beobachtungen den lichten Stern in dem Gestirne des Drachen, und bemerkten in selbem gar bald eine Bewegung. Aber wie groß war ihre Verwunderung, als sie wahrnahmen, daß die Richtung der scheinbaren Bewegung derselben gerade entgegen gesetzet sey, die sie doch zu sehen verhoffet hatten. Denn, nachdem sie den Stern im September in F gesehen hatten, so sahen sie ihn im Märzen in K nach der Richtung BK, die mit AF gleichlaufend war. Bey einer so unerwarteten Sache wurde **Bradley** nur noch begieriger seine Beobachtungen an andern Sternen zu verfolgen, und an allen kam ihm die nämliche Erscheinung vor, welche, ob sie schon vorher von **Hooke**, und **Flamsteed** beobachtet ward, dennoch für etwas neues angesehen werden konnte, weil sie itzt viel genauer bestimmet, und was die Hauptsache ist, sehr glücklich erkläret worden ist. Die Erscheinung bekam den Namen der **Ablenkung der Sterne** (aberratio fixarum) und sie bestehet in dem, daß alle Sterne jährlich Ellipsen zu beschreiben scheinen, derer Mittelpunct wegen der kleinen Excentricität der Laufbahn der Erde die wahren Oerter der Sterne selbst sind, der Durchmesser aber bey allen 40″ enthält. Doch sind hievon diejenigen Sterne ausgenommen, die entweder in den Polen der Sonnenbahn, oder auf ihrer Fläche sitzen;

Was ist die Ablenkung der Sterne?

ßen; denn der erste bewegt sich in einem Kreise um eben denselben Pol; die leßteren aber gehen in einer geraden Linie, und bald in einer geraden, bald in einer umgekehrten Richtung.

Man darf sich nicht viel Gewalt anthun, um sich zu überzeugen, daß die Bewegung, welche in den Sternen gewiß nur eine scheinbare Bewegung ist, in unserer Erde sey, und die Bahn, in welcher die Sterne fortzugehen scheinen, aus einem Betruge des Auges entstehe. Nicht die beobachtete Bewegung der Sterne, sondern der neue Umstand allein, daß die Bewegung ganz in einer andern Richtung geschah, als sie wegen der Nebensicht hätte geschehen sollen, hat **Bradleyen** befremdet. Mit allem dem, so bald er die nämliche Erscheinung in allen Sternen gesehen hat, hat er auch alsobald die Ursache errathen. Ich werde in Kürze nur eines, und das andere davon berühren.

Welche ist ihre Ursache?

Ich nehme vor allem aus der Lehre des Lichtes für etwas bewiesenes an, daß das Licht sowohl von der Sonne, als von den Sternen nicht in einem Augenblicke, sondern in einer bestimmten Folge der Zeit zu uns komme. Nun seßen Sie, das Aug eines Beobachters sey in A (Fig. 12.) die Richtung des Fernrohres sey AB, der zu einer gegebenen Zeit von der Erde durchlaufene Raum AC; in F sey ein Stern so, daß die Achse des Fernrohres, wenn sie verlängert würde, gerade durch ihn durchgehen müßte, der Stral FB

Fig. 12.

endlich gehe durch die Oeffnung B in das Fernrohr denselben Augenblick hinein, in welchem sich das Aug in A befindet, und von dort weiter seinen Weg nach C verfolget. Glauben Sie wohl, daß der Lichtstral FB bis zu dem Auge gelangen werde? Ich sage nein, und wenn Sie nur eine geringe Uebung im Schießen haben, so werden Sie mir gerne beystimmen. Sie wissen, daß Sie, wenn Sie ein Rebhun im Fluge erlegen wollen, nicht nach dem Vogel selbst, sondern zu einem Punete zielen müßen, welches in dem Wege des fliegenden Vogels gelegen ist; denn, weil die Schrotte den zwischen der Flinte, und dem Vogel gelegenen Raum nicht in einem Augenblicke durchlaufen können, der Vogel selbst aber auf seinem Orte nicht verbleibt, so muß nothwendig auf ein Punct gezielet werden, in welchem sowohl der Vogel, als die Schrotte in eben demselben Augenblicke eintreffen müßen. Verändern Sie nur die Worte, so haben wir die ganze Erklärung der Erscheinung in unserem Falle. Bey der Bewegung des Auges von A gegen C ist es also unumgänglich nothwendig, daß ein Lichtstral FC gegen einen in dem Wege des Auges gelegenen Punct C so gerichtet sey, daß beyde, das Aug nämlich, und der Stral im nämlichen Augenblicke in C eintreffen können. Weil das Fernrohr allzeit parallel fortgehet, so wird der Stral FC in die Oeffnung desselben in H sich versenken, das ist, in jenem Augenblicke, in welchem das Aug in a ist. Setzen wir nun, daß sich die Geschwindigkeit des Lichtstrales zu der Geschwindigkeit des Auges verhält, wie HC zu aC, so werden beyde zu gleicher Zeit in C eintreffen, und es wird folglich

lich der Stern gesehen werden. (a) Man sieht schon, daß in solchem Falle immer eine doppelte Kraft auf das Aug wirket, aus welchem eine doppelte Bewegung entstehet, die eine (und diese ist die allgemeine Bewegung sowohl des Erdballes selbst, als aller zu ihm gehörenden Körper) nach der verlängerten Richtung AC, die andere nach der Richtung FC; es muß also eine zusammengesetzte Bewegung, und folglich eine Empfindung nach der Richtung CD entstehen, und der Stern wird in G gesehen werden. Ja es ist schon genug, daß das Fernrohr die Richtung CD hat. Denn, weil wir schon gewohnet sind zu glauben, daß der Lichtstral in der Richtung des Fernrohres ankömmt, so glauben wir auch den Gegenstand in eben derselben zu sehen; da also das Rohr immer reimend mit dem Auge in der Sonnenbahn fortgehet, so werden die vermeynten Oerter der Sterne in einem Kreise zu seyn scheinen, welcher, nachdem seine Fläche mit der Sonnenbahn reimend, oder auf sie mehr, oder weniger geneigt ist, entweder ein wirklicher

---

(a) Weil das Fernrohr AB immer reimend fortgehet, so wird seyn CH: Ca = Cm: Cb = Cn: Cc; mithin auch CH: Ca = Hm: ab = Hn: ac. Nun hat man aber angenommen, daß CH: Ca = wie die Geschwindigkeit des Lichtes zu der Geschwindigkeit des Auges, folglich sind auch Hm: ab, und Hm: ac, wie eben diese Geschwindigkeiten: also wenn das Licht in m ist, so wird das Aug in b seyn, und so weiter, und mithin, wenn das Licht in C ist, so wird auch das Aug dort seyn.

Kreis, oder eine mehr, oder weniger zusammengedrückte Ellipse zu seyn scheinen wird. (a)

Es

(a) Es ist nicht schwer den scheinbaren Weg der Sterne zu finden. Stelle die Ellipse ATB die Erdbahn vor, die Erde selbst sey in T, ein Stern in O, der Bogen nT sey der Raum, den die Erde in einem unendlich kleinen Zeitraume durchläuft, und welchen man derowegen für einen Theil mT der berührenden Linie HG ansehen kann. Es sey ein vom Sterne kommender Lichtstral OT, und das Verhältniß der Geschwindigkeit des Lichtes zu der Geschwindigkeit des Auges sey, wie OT : mT. Aus dem oben erwähnten ist es klar, daß das Aug in T den Stern nicht in O, sondern in M sehen muß, so, daß MT mit Om reimend sey. Mithin, wenn die Fläche, in welcher die scheinbare Bewegung des Sternes geschieht, mit der Sonnenbahn reimend ist, wird auch OM = Tm seyn. Ziehe man aus dem Brennpuncte S, und F auf die Tangente die senkrechten Linien SG, und FH, und durch den Punct m eine auf AB senkrechte Linie LP. und endlich eine mit dieser letzteren reimende NK durch den Stern O, und es wird der Winkel NOM = Lm P = HmP seyn. Nun sind sowohl die Winkel HmP + HFP als auch HFP + HFB zween geraden Winkel gleich, folglich ist HmP = HFB, und mithin auch NOM = HFB. Weil MO (= Tm) sich allzeit verhält, wie die Geschwindigkeit des Auges, diese aber (aus dem folgenden) in jedem Puncte T der Laufbahn sich umgekehrt verhält, wie die aus dem Mittelpuncte der Kräfte auf die Tangente gezogene senkrechte Linie SG, so wird allzeit MO = $\frac{I}{SP}$ eyn. Nun ist (aus der Lehre der Kegelschnitte) SGXFH eine unveränderliche Quantität, mit welcher das Verhältniß ohne Veränderung kann vervielfältiget werden, und mithin wird MO = FH seyn. Weil also in dem scheinbaren Wege des Sternes der Winkel NOM allzeit gleich ist mit dem Winkel BFH, und über dieß MO allzeit wie FH sich verhält, so wird dieser Weg einer krum-

Fig. 13.

meu

Es muß keineswegs befremden, daß, obschon die Erde täglich sich um ihre Achse drehet, die Ablenkung der Sterne doch nur eine halbjährliche, und nicht auch eine tägliche Erscheinung sey. Die Auflösung von diesem Zweifel haben Sie in dem Gleichnisse, welches ich mich oben bedienet habe. Denn setzen Sie, daß Sie einer aus einer Flinte ausgeschossenen Kugel eine solche Geschwindigkeit beybringen können, daß sie in selbem Augenblicke, in welchem das Schießpulver Feuer fängt, schon an ihrem bestimmten Orte sey; werden Sie wohl die oben angezeigte Vorsicht brauchen müßen, um einen Vogel zu erlegen? Die Sache verhält sich in unserem Falle nicht anders, weil die Geschwindigkeit des Auges bey seiner täglichen Bewegung im Vergleiche mit der Geschwindigkeit des Lichtes so zu sagen ein Nichts ist. Dann nehmen Sie mit **Roemer** an, daß das Licht von der Sonne zu uns in einer Zeit von 8′ $\frac{1}{5}$ ankömmt, so ist schon die Geschwindigkeit des Lichtes zu der Geschwindigkeit der Erde in ihrer jährlichen Laufbahn, wie 10314: 1. Da nun die Geschwindigkeit bey der täglichen Bewegung unvergleichlich kleiner ist, so wird sie in solchem Vergleiche völlig verschwinden. Doch bemerken Sie nicht, wie alles so genau zusammen hän-

 get?

---

men Linie ähnlich seyn, die durch dergleichen Puncte H durchgeht. Diese aber ist ein Kreis (Kegelschnittlehre) also ist auch NMK in einer mit der Sonnenbahn reimenden Fläche ein Kreis, der Stern selbst aber sitzet in einem Punete O des Durchmessers NK so, daß NO zu NK im nämlichen Verhältnisse stehet, in welchem BF zu AB ist. *Simpson.*

get? das Verhältniß 10314: 1 ist eben das Verhältniß des Halbmessers zu der Bogenhöhe des Winkels von 20″; mithin ist der größte Ablenkungswinkel 20″, gleichwie wir es aus den Beobachtungen allein bestimmet haben. Die jährliche Bewegung der Erde hat einen so offenbaren Zusammenhang mit dieser Erscheinung, daß kein Zweifel mehr übrig bleiben kann.

Was sind die optischen Ungleichheiten?

Es gehört zu ihrer Bestättigung noch eine andere Erscheinung, welche die zweyte, und optische **Ungleichheit** von den Sternkündigen genennet wird, um sie von jener wahren Ungleichheit zu unterscheiden, welche in der Bewegung der Laufsterne täglich vorkömmt. Eine wunderbare Sache! der nämliche Laufstern scheinet bald gerade fortzugehen, bald auf dem nämlichen Orte still, und unbeweglich zu stehen, bald endlich den vorher gemachten Weg zurückzunehmen. Schon der Namen selbst zeiget, daß die Erscheinung

4. Taf. Fig. 14.

nur eine optische Ursache habe. Es sey (Fig. 14.) ABDF die Erdbahn, welche in A, B, C. u. s. w. in 6 gleiche Theile getheilet werde, ag sey ein Theil von der Bahn des Jupiters, das ist, wie 1: 12 beyläufig, und der eben auch in 6 gleiche Theile b, c, d u. s. w. zerfalle, HL sey ein Bogen eines grossen Kreises in der himmlischen Sphäre. Weil ag $1\frac{1}{2}$ Theil der ganzen Bahn des Jupiters ist, so wird er diesen Bogen in eben dem Zeitraume durchlaufen, in welchem die Erde ihren ganzen Umlauf vollendet. Es sey also erstens die Erde in A, und der Jupiter in a, und er wird in dem Puncte

H der himmlischen Sphäre gesehen werden; ist die Erde in B, und der Jupiter in b gekommen, so wird er in I erscheinen, aus C wird man ihn in K, und aus D in L sehen, folglich wird er diese ganze Zeit eine Bewegung nach der natürlichen Ordnung der Himmelszeichen gehabt zu haben scheinen. Gehet nun die Erde weiter in E, und der Jupiter in e, so wird sein scheinbarer Ort in M, und aus F in N seyn, das ist, er scheinet durch einen Theil des vorher gemachten Weges zurück zugehen, bis er aus A wieder in K nach der wahren Richtung seines Laufes erscheinet. Schon die Figur zeiget, daß die Erde in jenem Theile ihres Weges, der zwischen D, und F lieget, in der Entgegensetzung (oppositio) in dem andern aber FABCD in der Zusammenkunft (conjunctio) mit dem Jupiter sey, und aus diesem erhellet, daß die oberen Laufsterne in der Zusammenkunft vorgängig (directi) in der Entgegensetzung aber rückgängig (retrogradi) sind. Uebrigens weil die Geschwindigkeit der Erde im Vergleiche mit dem Jupiter größer ist als im Vergleiche mit dem Mars, und im Vergleiche mit dem Saturn größer, als wenn sie mit dem Jupiter zusammengehalten wird, so kommen die Zeiten der Zusammenkunft, und der Entgegensetzung, folglich auch die Veränderungen der vorgängigen, und rückgängigen Bewegung öfters bey dem Jupiter, als bey dem Mars vor, und noch öfters bey dem Saturne.

Bey den untern Laufsternen ist die Erscheinung durchaus die nämliche, sie sind in ihrer oberen Vereinigung mit der Sonne allzeit gerade vorgängig, in der untern allzeit ruckgängig.

Eine kleine Ueberlegung wird Sie überweisen, daß bey dieser Erscheinung nicht nur die scheinbaren Oerter der Laufsterne, sondern auch ihre Geschwindigkeiten eine Veränderung leiden müßen; ein oberer Laufstern muß eine viel größere scheinbare Geschwindigkeit haben, wenn er vorgängig, als wenn er ruckgängig ist. Denn obschon sowohl Jupiter, als die Erde sich allzeit gegen die nämliche Seite, das ist, von Abend zum Aufgang bewegen, so geschieht es dennoch, daß, wenn der Laufstern in der Vereinigung ist, das ist, wenn die Erde den Theil ABD von ihrer Laufbahn beschreibet, sie sich, dem Scheine nach, nach entgegen gesetzten Theilen bewegen, und darum muß die scheinbare Geschwindigkeit des Laufsternes beschleuniget werden. Bey der Entgegensetzung aber, obgleich der Laufstern zurück zugehen scheinet, so bewegt sich dennoch sowohl die Erde von D zu F, als der Laufstern wirklich gegen die nämliche Seite, und daher wird seine scheinbare Geschwindigkeit verminderet. Ich könnte die Sache mit sehr gemeinen Beyspielen erklären, aber es wäre überflüßig. Der Unterschied zwischen den oberen, und unteren Laufsternen ist nur dieser allein, daß die Geschwindigkeit der oberen Laufsterne die größte bey ihrem vorgän-

gängigen Laufe ist, da hingegen die unteren bey ihrem Rückgange die geschwindesten sind.

Alles dieses ist zimlich klar; nicht so leicht aber läßt sich bestimmen, wann die Laufsterne ohne alle Bewegung zu seyn scheinen müßen. Gewiß ist es, daß, weil sie zu einer bestimmten Zeit vorgängig sind, und wieder zu gewisser Zeit den nämlichen Weg zurück machen, ein Punct seyn muß, in welchem sie gleichsam auszuruhen scheinen. Dieser Punct ist sicher dort, wo die geraden Linien, welche durch die Mittelpuncte der Erde, und des Laufsternes gehen, beständig auf den nämlichen Punct der himmlischen Sphäre gerichtet sind, das ist, wo sie reimend sind. Dieses zu finden würde kein Beschwerniß haben, wenn entweder die Erde, oder der Laufstern ruhig verbliebe, aber itzt ist es beschwerlicher; (a) doch es gehört zu unserer Sache nicht.

Sie werden mir vielleicht einwenden, daß diese Ungleichheiten sich ereignen müßten, wenn auch gleich die

(a) Der Saturn stehet still in einer Entfernung von 108°. 49′ von der Sonne; der Jupiter in 115°. und Mars in einer noch größeren Entfernung. Es kann übrigens die Dauer des Rückganges der Laufsterne ohne eine Berechnung der Längen für jeden Tag des Jahres nicht bestimmet werden, weil der Raum zwischen einem, und dem andern Stillstande wegen der verschiedenen Abirrungen der Laufsterne ungleich ist.

Sie

die Erde unbeweglich wäre. Ich läugne es nicht; doch behaupte ich zugleich, daß sie in einer viel andern Ordnung auf einander folgen müßten, als wie sie itzt sehen. Denn sehen Sie, die Venus sey z. B. in der Vereinigung, so wird sie also bey dem Stillstande der Erde nicht lange nach einem Umlaufe, das ist, nach 225 Tagen zu der nämlichen Vereinigung zurückkommen müßen, und folglich werden nach eben diesem Zeitraume die nämlichen optischen Erscheinungen auch wieder ihren Anfang nehmen müßen. Nun aber ist keiner, der nicht weis, daß die Venus viel über zwey Umläufe vollenden muß, bevor sie wieder zu der nämlichen Vereinigung mit der Erde zurückkömmt. (a) Es wird also

---

Sie haben hier eine Tabelle der mittleren Ruckgänge während eines synodischen Umgangs, das ist, von einer Vereinigung der Laufsterne mit der Sonne bis zur anderen.

	Synodischer Umgang.		Dauer des Zurückganges.			
	Jahr.	Tage.	Tage	Stunden,	od Tage	Stunden
Merkur		166	21	0	22	12
Venus	1	219	40	16	43	0
Mars	2	59	64	12	80	0
Jupiter	1	34	118	0	122	12
Saturn	1	13	136	0	140	16

(a) Weil sowohl die Erde, als die Venus in der nämlichen Richtung sich bewegen, so werden die nämlichen Erscheinungen sich ereignen, es sey, daß beyde sich bewegen, oder daß die Erde stillstehe, oder die Venus mit der Differenz der Geschwin-

Allgemeine aus der Sonnenparallaxe 8″, 70 berechnete Tabelle des Sonnensystemes.

Namen der Planeten.	Die größten scheinbaren Durchmesser.	Die kleinsten scheinbaren Durchmesser.	Die scheinbaren Durchmesser, wenn sie von uns so weit als die Sonne entfernet wären.	Die wahren Durchmesser in teutschen Meilen.	Das Verhältniß der Durchmesser zu dem Durchmesser der Erde.	Das Verhältniß der Oberflächen.	Das Verhältniß der Größen.	Der Verhältnißmäßige Abstand von der Sonne.	Der mittlere Abstand von der Sonne in Halbmessern der Erde.	Der mittlere Abstand von der Sonne in teutschen Meilen.	Die Verhältnißmäßige Excentricität.	Die Excentrität in teutschen Meilen.
☉ Die Sonne.	32′. 38″. 8.	31′. 34″. 8.		189990, 80.	110, 453.	12199, 875.	1347512,793.					
☿ Der Mercur.	0′. 11″.48‴.	0. 4″. 4‴.	6″, 2.	612, 87.	1 / 2, 806.	1 / 7, 873.	1 / 22, 091.	38710.	9176, 20.	7891536, 73.	7970.	1624763, 60.
♀ Die Venus.	1°. 5′. 58″.	0. 9′. 34″.	16″, 4.	1621, 14.	1 / 1, 060.	1 / 1, 123.	1 / 1, 190.	72333.	17146, 53.	14746022, 37.	505.	1030202, 60.
♁ Die Erde.			17″, 40.	1720.	1	1.	1.	100000.	23705.	20386300.	16802.	3425306.
♂ Der Mars.	0′. 20″.50‴.	0′. 2″. 46‴.	9″, 8.	968, 73.	1 / 1, 774.	1 / 3, 147.	1 / 5, 582.	152359.	36119, 07.	31062401, 44.	14170.	2888738, 70.
♃ Der Jupiter.	0′. 24″.12‴.	0′. 14″. 36‴.	3′. 13″ 1/4.	19147, 35.	11, 132.	123, 921.	1379, 488.	520098.	123289, 23.	106028738, 57.	25078.	5112476, 31.
♄ Der Saturn.	0′. 19″.40‴.	0′. 14″. 11‴.	2′. 5″, 7.	12425, 51. Durchmesser des Rings 30599, 53.	7, 224.	52, 186.	376, 992.	954007.	226147, 35.	194486729, 04.	54381.	11086273, 80.

Tabelle des Sonnensystemes.

Namen der Planeten.	Der größte Abstand von der Erde in Meilen.	Der kleinste Abstand von der Erde in Meilen.	Der mittlere Abstand von der Erde in Meilen.	Das Verhältniß der Massen.	Das Verhältniß der Dichtigkeiten.	Das Verhältniß der Schwäre auf der Oberfläche.	Das Verhältniß der Wärme, und des Lichtes.	Die mittlere periodische Zeit um die Sonne.	Die tägliche Bewegung in der Laufbahn.	Die Drehungs-Zeit um die Achse.	Die Zeit der Zurückkunft zu der nämlichen Stellung in Beziehung auf die Erde.	Das Ort des Knotens für das Jahr 1750.	Die jährliche Bewegung des Knotens im Vergleiche mit den Fixsternen.	Die Neigung der Bahnen auf die Ecliptick.
☉ Die Sonne.				306482, 751.	0, 227.	25, 124.				T. St. 25. 12. 0′. 0″				
☿ Der Mercur.	28277836, 73.	12494763, 27.	20386300, 00.				6, 656.	T. St. 87. 23. 59′. 14″	4°. 5′. 32″.		Jahr. T. 13. 3.	Z. 1. 15°. 21′. 58″		6°. 59′. 20″.
♀ Die Venus.	35132322, 37.	5640277, 63.	20386300, 00.				1, 904,	T. St. 224. 16. 39′. 4″	1°. 36′. 8″.	St. 0. 23. 0′.	Jahr. 8. 0′.	Z. 2. 14°. 23′. 42″	— 19.	3°. 23′. 5″.
♁ Die Erde.				1.	1.	1.	1.	T. St. 365. 5. 48′. 45″½	0. 59′. 8″	St. 0. 23. 16′.				
♂ Der Mars.	51448701, 44.	10676101, 44.	26062401, 44.				1 / 2, 310.	T. St. 686. 22. 16′. 0″	0. 31′. 27″.	T. St. 1. 0. 40′.	Jahr. T. 15. 18.	Z. 1. 17°. 56′. 21″	— 12.	1°. 52′. 0.
♃ Der Jupiter.	126415038, 57.	85642438, 57.	106028738, 57.	220, 500.	0, 159.	1, 782.	1 / 27, 040.	Jahr. T. St. 11. 315. 14. 36′. 0″	0. 4′. 59″.	St. 0. 9. 56′.	Jahr. 83. 0.	Z. 3. 8°. 15′. 49″		1°. 20′. 0.
♄ Der Saturn.	214873029, 04.	174100429, 04.	194486729, 04	37, 332.	0, 9902.	0, 7156.	1 / 91, 011.	Jahr. T. St. 29. 162. 15. 0′. 0″	0. 2′. 0″.		Jahr. T. 59. 2.	Z. 3. 21°. 20′. 5″	— 32.	2°. 33′. 30″.

so eben das, was man wider die Bewegung der Erde aufzuführen glaubte, zu einem unumstößlichen Beweise derselben. Ich könnte noch hier beyfügen, daß ohne diese Bewegung die Erde in die Sonne fallen müßte, und daß die Hauptgesätze der himmlischen Bewegung umgestoßen würden. Aber dieß wird weiter unten deutlicher werden.

Viertes Hauptstück.

Von den Erscheinungen, welche von der doppelten Bewegung der Erde abhangen, und besonders von den Jahrszeiten, und den verschiedenen Abwechslungen der Tage, und Nächte.

Damit wir ohne Anstoß in dem folgenden fortschreiten können, so werden Sie einige Puncte, die ich itzt nach der Ordnung vortragen werde, für gewiß annehmen 1.) zwar, daß der Mittelpunct des Erdballes in seiner jährlichen Bewegung beständig in der Fläche der Sonnenbahn verbleibe; weil also auch der Mittel-

Woher kömmt die scheinbare Abweichung der Sonne?

punct

---

schwindigkeit sich bewege. Nun ist die Geschwindigkeit der täglichen Bewegung der Erde (S. die Tabelle) 59. '8", und der Venus 1° 36.' 8", folglich die Differenz 37'. 0". Wenn man also sucht, nach welchem Zeitraume die Venus wieder zur Vereinigung gelangen müße, so sage man, 37'. 360° (= 21600') = 1T. 583T, welches so viel ist, als zwey ganze Umläufe der Venus, und noch über dieß 133T. 15St. 40'. 52".

punct der Sonne in eben dieser Fläche ist, so ist es klar, daß die gerade Linie, welche durch die Mittelpuncte der Erde, und der Sonne durchgehet, ganz in der Fläche der Sonnenbahn liege. Da wir also gewohnet sind, die himmlischen Gegenstände an demjenigen Puncte der Sphäre zu sehen, an welchem sich die durch das Aug, und den Gegenstand gezogene Linie endiget, so folget, daß wir die Sonne beständig an einem Puncte der Sonnenbahn zu seyn glauben, welches dem Punct: gerade entgegen gesetzet ist, in welchem sich die Erde selbst befindet. Wenn wir also die nördlichen Himmelszeichen durchlaufen, so scheinet uns die Sonne über die südlichen wegzugehen, und mithin geben wir der Sonne die nämliche Breite, die wir haben, aber auf eine entgegengesetzte Seite. 2.) Daß die verschiedenen Kreise, derer Ursprung auf der himmlischen Sphäre wir weitläuftig erkläret haben, auf der Oberfläche der Erdkugel mit Rechte können gezogen werden. Denn weil die Erde dem Scheine nach in dem Mittelpuncte der Sphäre sitzet, die Flächen aber aller grossen Kreise durch den Mittelpunct durchgehen, so schneiden sie nothwendig die Erde so, daß ihre Durchschnitte auf der Oberfläche grosse, den himmlischen in allen Stücken ähnliche, und auf der nämlichen Fläche liegende Kreise gestalten; und dieser ist der Ursprung des Ebeners, der Sonnenbahn, des Sehekreises, und der Pimenkreise auf der Erdkugel.

Der Ursprung der Kreise auf der Oberfläche.

Ziehen Sie nun von dem Mittelpuncte C zu dem Umfange des Wendekreises auf die Puncte r und R gerade Linien Cr, CR, so bekommen Sie auf dem irdi-

1. Taf. 1. Fig.

sehen

schen Pinnekreise dbac die Bögen mc, und nd, welche den Bögen Ær, QR ähnlich sind. Es wird also ein durch dergleichen Puncte c, d gezogener Kreis die nämliche Lage im Vergleiche mit dem Ebener auf der Erdkugel haben, welche des Kreises Rr auf der Sphäre ist, und folglich den Wendekreis richtig vorstellen: Auf die nämliche Art sind die andern kleinen Kreise gezogen worden. Wie wir nun auf der Sphäre den durch V durchgehenden Pinnekreis für ein Vergleichungsziel angenommen haben, so setzen wir auf der Erdkugel auch einen ersten, und zwar denselben, der durch das Eiland Ferro durchgehet, fest, von welchem wir die Längen der Oerter in dem Ebener allzeit von Westen gegen Osten zählen. Es ist also die **Länge eines Ortes** ein Bogen des Ebeners, der zwischen dem ersten, und dem durch eben dasselbe Ort durchgehenden Pinnekreise liegt. Die Breite ist ein zwischen dem Ebener, und dem Orte selbst eingeschlossener Bogen des Pinnekreises. 3.) Die Linie, welche durch die Mittelpuncte der Sonne, und der Erde durchgehet, bestimmet auf der Oberfläche der Erdkugel einen Punct, ober welchen die Sonne zu selber Zeit senkrecht stehet. Nun liegt aber eine solche Linie allzeit in der Fläche der Sonnenbahn, also sind dergleichen Puncte niemals außer dem Umfange der Sonnenbahn. 4.) Weil der Abstand der Sonne von der Erde überaus groß ist, so nehmen wir an, daß alle Sonnenstralen untereinander reimend sind; und dieß zwar mit Rechte: Denn nebst dem, daß wir wissen, daß die Linien,

welche nur in einer überaus grossen Entfernung zusammenlaufen, dem Scheine nach reimend sind, so versichert uns von der Wahrheit dieses Satzes auch die Erfahrung. 5.) Aus diesem folget, daß nur ein halber Theil der Erdkugel zu jeder Zeit beleuchtet werde, und, daß folglich die Linie, welche den beleuchteten Theil von dem unbeleuchteten scheidet, ein grosser Kreis sey, den wir Kürze halber den Beleuchtungskreis nennen werden, und dessen Pole diejenigen Puncte auf der Oberfläche der Erde sind, durch welche die Linie gehet, welche die Mittelpuncte der Sonne, und der Erde zusammenhänget. 6.) Sie haben nicht vergessen, daß die Sonnenbahn, das ist der Weg der Sonne, oder eigentlich zu reden, der Weg der Erde auf den Ebener unter einen Winkel von $23^{\circ}\frac{1}{2}$. geneigt sey. Weil nun die Achse der Erde auf den Ebener senkrecht ist, so ist es eine nothwendige Folge, daß eben diese Achse auf die Fläche der Sonnenbahn geneigt sey, und zwar unter einen Winkel von $66^{\circ}\frac{1}{2}$. 7.) Weil Sie zu aller Jahreszeit den Polstern dem Scheine nach unbeweglich und in der nämlichen Gegend des Himmels sehen, und dieses unmöglich wäre, wenn nicht die Achse der Erde beständig gegen die nämliche Gegend gerichtet wäre, so begreifen Sie alsobald, daß die Achse der Erdkugel bey aller Bewegung mit sich selbst reimend verbleibe.

Was ist der Beleuchtungskreis?

Die Neigung der Erdachse auf die Sonnenbahn.

Die Achse bleibt sich immer reimend.

Woher entstehen die Ab-

Dieses vorausgesetzt, folget nun die Erklärung der verschiedenen Abwechslungen der Tage, und Nächte, gleichsam von sich selbst. Weil aber die größte Be-

schwär-

schwärniß aus dem entstehet, daß es fast nicht möglich ist, die verschiedenen Stellungen, welche verschiedene Theile der Erdkugel im Vergleiche mit der Sonne haben, auf dem Papiere zu entwerfen, so werde ich Ihnen alle hierbey vorkommende Erscheinungen nicht in einer Figur, sondern gleichsam in der Natur selbst mit Beyhülfe der Sternemaschine zeigen. wechslungen der Tage, und Nächte?

Es stelle die Ellipse CCCC die Fläche der Sonnenbahn vor, in deren einem Brennpuncte S die Sonne ist. Es sey die erste Stellung des Erdballes in ♎, das ist, in dem ersten Puncte der Wag, welcher einer aus den zwey Puncten ist, in welchen die Fläche der Sonnenbahn, die Fläche des Ebeners schneidet, und eben darum wird die scheinbare Stellung der Sonne in ♈, das ist, in dem entgegen gesetzten Durchschnittspuncte seyn, an welchem bey uns das Frühjahr anfängt: Wenn Sie also die Mittelpuncte der Sonne, und der Erde mit der geraden Linie SrC zusammenhängen, so wird sie den Durchschnittspunct r durchgehen, und folglich sowohl in der Ebeners, als Sonnenbahnfläche, der Punct r aber in dem Umfange des Ebeners liegen. Weil nun dieser Punct r der Pol des Beleuchtungskreises ist, so wird dieser Kreis durch die zwey Weltpole selbst durchgehen, mithin einer aus den Pinnekreisen PÆpQP seyn, und nicht nur den Ebener, sondern alle Reimlinge in zwey gleiche Theile schneiden, deren einer in der beleuchteten, der andere in der unbeleuchteten Halbkugel liegt. Weil nun die auf der beleuchteten Halbkugel liegenden Theile der Reimlinge die Tage, und die andern die Nächte Fig. 15.

messen, so ist es klar, daß bey dieser Stellung die Tage den Nächten überall auf der ganzen Erde gleich sind, wenn Sie die Pole allein ausnehmen, in deren einem P, das ist im nordlichen der sechsmonatliche Tag, im andern die sechsmonatliche Nacht ihren Anfang nimmt.

So bald die Erde von ♎ gegen ♑ sich entfernet, so entfernet sich auch der Ort der Sonne, und folglich der Pol des Beleuchtungskreises von dem Ebener, und sie fangen an eine Breite zu bekommen. So muß sich denn auch der Beleuchtungskreis im nämlichen Maaße von dem Weltpole entfernen, und mithin die Reimlinge in ungleiche Theile scheiden, aus welchem die Ungleichheit der Tage, und Nächte folget, welche zu- oder abnehmen muß, nachdem die Breite der Sonne größer, oder kleiner wird. Wir wollen die Sache in einem Falle betrachten. Man setze, daß die Erde von ihrer ersten Stellung ♎ bis auf 90° sich entferne; Weil die Erde nach der Ordnung der Himmelszeichen fortgehet, so wird sie in diesem Falle immer in einer südlichen, und mithin die Sonne in nordlicher Breite sich befinden, und, wenn sie endlich bis auf 90° von ♎ weg ist, im ♑, die Sonne aber im ♋ seyn, welche die zwey Sonnenwendige Puncte sind. Wie nun die Sonne eine immer größere nordliche Breite bekömmt, so bekömmt sie auch der Pol des Beleuchtungskreises, bis endlich in der Stellung ♑ beyde die Breite von $23^{\circ}\frac{1}{2}$ erlangen, und der Pol in den Punct R einfällt. Sie sehen schon von sich selbst, daß, wie der Porpunct

von dem Ebener gegen Norden abweicht, so auch der Beleuchtungskreis von dem Nordpole sich entfernen muß, und wenn sein Pol auf $23^{\circ}\frac{1}{2}$ von dem Ebener abstehet, der Kreis eben so viel von dem Pole abweichen muß, und mithin genau auf die Polkreise fallen, über welche er in keinem Falle hinausgehen kann. Der Beleuchtungskreis ist also in dieser Stellung ein auf die Reimlinge schiefliegender Kreis, und folglich schneidet er sie alle in zwey ungleiche Theile, so, daß im nordlichen Antheile der Erdkugel der größere Abschnitt in dem beleuchteten, im südlichen hingegen in dem unbeleuchteten Theile liege; es werden also hier die Nächte, dort die Tage länger seyn.

Von ♈ gegen ♈ nimmt die Breite der Sonne stuffenweise wieder ab, bis sie in ♈ völlig verschwindet, und alle die Erscheinungen wieder vorkommen, die wir in der ersten Stellung ♎ beobachtet haben; von hier bekömmt die Sonne eine südliche Breite, die bis an die Stellung ♋ der Erde beständig erwächßt, und von dort bis auf ♎ wieder abnimmt; die Erscheinungen sind hier die nämlichen, als in dem andern halben Theile der Erdbahn, mit diesem Unterschiede allein, daß, was dort in dem nördlichen Antheile der Erdkugel sich zugetragen, hier in dem südlichen sich ereignet, und im Widerspiele.

Aus allem dem sehen Sie nun, daß der Beleuchtungskreis keinesweges unbeweglich sey, sondern viel-

mehr bis auf $23^{\circ}\frac{1}{2}$ beyderseits von den Polen sich entferne, mit einer Bewegung, welche bald vorgängig, bald ruckgängig ist, und dieß zwar nicht ohne besondere Vorsicht; denn blieb der Beleuchtungskreis allzeit bey den Weltpolen unbeweglich, so würde in der Dauer der Tage, und Nächte niemals eine Veränderung, niemals eine Verschiedenheit in den Jahrszeiten, niemals eine Abwechslung der Kälte, und Wärme seyn; ein jeder würde genöthiget gewesen seyn entweder eine ewige Kälte, oder immerwährende Hitze auszustehen, nachdem ihn das Glück in ein Land gesetzet hätte, welches mehr, oder weniger von dem Ebener abgelegen ist. Aber itzt ist kein Punkt auf der ganzen Oberfläche der Erdkugel, welchem nicht das Licht, und die Finsterniß in gleichem Maaße zu theil komme, und welches nicht einer angenehmen Abwechslung der kalten, und warmen Witterung genieße. Doch was die Kälte, und Wärme in verschiedenen Jahrszeiten anbelanget, gehöret zu der Naturgeschichte der Erdkugel, zu welcher ich Sie in diesem Stücke verweisen kann.

Was ist die Dämmerung, und wie entstehet sie?

Hätte die Erdkugel keinen Dampfkreis um sich, so ist es ohne Zweifel, daß an selbem Augenblicke, an welchem sich die Sonne unter den Sehekreis versenkte, eine tiefe Finsterniß nothwendig herrschen müßte; denn es ist klar, daß, wenn W ein Ort auf der Oberfläche der Erde ist (Fig. 16.) dessen Sehekreis HO, und

Fig. 16.

die Sonne wo immer unter demselben, unmöglich mehr ein Lichtstral in gerader Linie zu den Punct W kommen kann.

kann. Nun nehmen Sie an, daß HCOM der äußerste Umfang desjenigen Dampfkreises sey, welcher noch im Stande ist, die Lichtstralen von sich zurückzuwerfen, die Sonne sey irgendwo unter dem Sehekreise in der Linie CG, so wird GC ein Lichtstral seyn, der die Erde in D berühret, und auf den Umfang des Dampfkreises in C auffält, weil also dieser im Stande ist, den Stral zurückzuwerfen, so wird er von C in W einfallen, und den Ort folglich noch beleuchten. Man sieht, daß, so lange die Stralen auf den Dampfkreis zwischen den Puncten C und O auffallen, dieselben noch immer nach der zurückwerfung zu den Punct W gelangen können, und aus allen der Stral OW, der auf der Fläche des Sehekreises liegt, der letzte sey. Wenn Sie also auf den Punct O die senkrechte Linie TO ziehen, und an derselben einen Winkel TOS = TOW machen, so werden Sie die Vertieffung der Sonne unter den Sehekreis finden, in welcher alles Licht am Abend aufhören, oder des Morgens anfangen muß; Man hat sie aus der Erfahrung von 18° befunden. Das Licht aber selbst hat den Namen der Dämmerung, wie Sie es gar wohl wissen. Uebrigens ist der Anfang, oder das Ende der Dämmerung nicht so unbeweglich auf die 18° unter den Sehekreis gesetzet, daß sie nicht vielfältig können veränderet werden. Denn, weil ihr Ursprung von dem zurückgeworffenen Lichte ist, so hängt ihr Dauer meistens von der Höhe des Dampfkreises ab, von deren Veränderlichkeit man schon überwiesen ist. Ueberdieß ist es von sich selbst schon klar, daß die

Dämmerungen nicht aller Orten von gleicher Dauer seyn können; sie sind sehr kurz unter dem Ebener, von dort gegen die Pole werden sie länger, und unter den Polen selbst dauren sie einige Monate. Allein dieses verstehet man auf der Sphäre selbst fast geschwinder, als es kann erzählet werden.

Aus dem, was wir bishero betrachtet haben, erklären sich von sich selbsten die verschiedenen Erscheinungen, die auf unserer Erdkugel alle Jahre ordentlicher Weise zurückzukommen pflegen. Ich gebe sie alle hier in Kürze. 1.) Alle Puncte der Erdfläche genießen die Ansicht der Sonne in einem Jahre in gleichem Maaße, das ist, die Zahl der Tagesstunden ist überall gleich mit der Zahl der Nachtstunden, und die Dauer der Tage, von einer Nachtgleiche zur andern ist genau die nämliche mit der Dauer der Nächte in der entgegen gesetzten Jahreszeit.

2.) Ueberall auf der ganzen Erdfläche, die Pole ausgenommen, ist sowohl der Tag, als die Nacht 12. Stunden lang, wann die Sonne in dem Ebener ist; außer diesem Zeitpuncte aber sind die Tage, und Nächte überall von ungleicher Dauer, ausgenommen unter dem Ebener selbst, wo die Nächte den Tagen beständig gleich sind.

Was sind die Klimen?

3.) Je weiter ein Ort von dem Ebener gegen die Pole wegliegt, desto größer ist der Unterschied zwischen den Tagen, und den Nächten. Daher haben die

Erd-

Erdbeschreiber die Gelegenheit genommen, die Oberfläche der Erde in **Klimen** einzutheilen, welche gewisse mit dem Ebener reimende Striche, oder Bänder sind, deren Breite so abgemessen ist, daß das eine dort anfängt, wo der längste Tag um eine halbe Stunde länger ist, als der längste in dem näher gegen den Ebener gelegenen Striche. Man zählet dreyßig Klimen zwischen dem Ebener, und jedem Pole; in den 24 zwischen dem Ebener, und den Polkreisen gelegenen wachsen die Tage um eine halbe Stunde; in den sechs andern zwischen den Polkreisen, und den Polen selbst aber nehmen sie um einen ganzen Monat zu. Die Tabelle der Klimen finden Sie bey allen Erdbeschreibern.

4.) Diejenigen, welche in der nämlichen Weltbreite gelegen sind, erfahren die nämlichen Abwechslungen der Tage, und Nächte.

5.) Die zwischen den zwey Wendekreisen wohnen, haben die Sonne zweymal, die unter ihnen selbst sind, einmal im Jahre ober ihrem Scheitel, und sonst niemand. Aus dieser Ursache glaubten die Alten, daß, gleichwie die poligen Länder wegen der außerordentlichen Kälte, also die nachtgleichigen Länder wegen der Hitze, unwohnbar seyn, und darum machten sie die gemäßigten Zonne, oder Weltstriche so übermäßig groß.

6.) Unter den Polkreisen selbst dauret der längste Tag 24 Stunden, weiter gegen die Pole wird er immer länger, und unter den Polen selbst wird er von sechs ganzen Monaten.

7.) Nicht alle Einwohner der Erde zählen die nämliche Stunde. Denn, weil die Erde sich um ihre Achse von Westen gegen Osten drehet, so ist es ganz natürlich, daß sowohl die Sonne, als die Sterne denen eher sichtbar werden, welche näher gegen Osten wohnen. Der Unterschied der Zeiten stehet im genauen Verhältnisse mit dem Unterschiede der Pinnekreise, oder, was das nämliche ist, mit dem Unterschiede der Weltlängen. Also z. B., weil Wienn um 14°. 2'. 30" näher gegen Osten als Paris liegt, so ist bey uns um 56'. 10". eher Mittag, als dort, und folglich zählen wir alle Stunden um eben so viel früher, denn 360°: 14°. 2'. 30". = 24.St.: 56'. 10".

8.) Aus diesem folget, daß, wenn jemand gerade gegen Osten allzeit in dem nämlichen Reimlinge fortschiffete, er die Breite nicht veränderte, wohl aber die Länge. Durchschiffete er den ganzen Umfang des Reimlinges, so würde er bey seiner Zurückkunft an dem Orte, aus welchem er ausgelaufen, um einen ganzen Tag mehr zählen, als man wirklich zählet. Könnte jemand beständig in dem nämlichen Pinnekreise die Erdkugel umfahren, so würde er nur allein die Breite verändern ohne den geringsten Verlust, oder Gewinn der Zeit.

9.)

9. Die Sonne gehet täglich in einem andern Puncte des Sehekreises auf, und nieder, so daß der Punct des Auf- und Niederganges von einer bis zur andern Sonnenwende einen Bogen des Sehekreises durchgehet, den er das andere halbe Jahr wieder zurückbeschreibet: Die Ursache von dieser Erscheinung werden Sie auf der Sphäre deutlich sehen.

10.) Endlich, weil es gewiß ist, daß alle dichte dem Lichte ausgesetzte Körper einen Schatten werfen, und zwar allzeit gegen die dem leuchtenden Körper entgegen gelegene Seite, so ist klar, daß der Schatten, den die verschiedenen Gegenstände auf der Erdfläche werfen, eine verschiedene Größe, Richtung, und Bewegung haben müße, nachdem der Stand, die Höhe, und Geschwindigkeit der Sonne verschiedentlich seyn wird. Sie werden bey den Erdbeschreibern finden, daß man die Einwohner der Erdkugel von der Lage ihres mittägigen Schattens in verschiedene Klassen eingetheilet hat. Weil hier die Meldung des Schattens geschehen ist, so wollen wir in wenigen Worten auslegen, wie sich die Sternkündige des Schattens zu einem Zeiger der Zeittheilchen bedienen, und es gehört wirklich diese Abhandlung zu diesem Orte.

Fünftes Hauptstück.

Von den Grundsätzen der Sonnen-Uhrlehre.

Weil die Erdkugel innerhalb 24 Stunden mit einer gleichförmigen Bewegung um ihre Achse sich drehet, so muß ein jeder wo immer auf ihrer Oberfläche gelegener Punct, die Polen allein ausgenommen, innert der nämlichen Zeit einen Reimling, das ist 360°. durchlaufen, und nach und nach unter allen möglichen Pinnekreisen durchgehen, folglich, wenn Sie den Reimling, oder, was auf das nämliche herauskömmt, den Ebener selbst in 24. gleiche Theile, deren jeder ein Bogen von 15° ist, scheiden, und durch jeden Eintheilungspunct einen Pinnekreis ziegen, so wird ein jeder solcher Theil mit einer Stunde übereinstimmen, und folglich ein jeder Pinnekreis von dem andern genau um eine Stunde entfernet seyn. Also z. B. wenn der Pinnekreis von Wienn (Fig. 17.) der Kreis PCp ist, und die Sonne wirklich auf diesem Kreise sich befindet, so ist bey uns Mittag; Wenn nun Wienn mit der Erde sich weiter drehet, und unter den Pinnekreis PIp kömmt, werden wir 1 Uhr zählen, 2 Uhr unter PIIp, u. s. w. Wir haben schon oben gesagt, daß aus dieser Ursache dergleichen Pinnekreise **Stundenkreise** genennet werden. Wenn Sie sich einbilden, als wäre die Erdkugel nach den Zügen der vorgenannten Pinnekreise durchge-

Fig. 17.

geschnitten, so haben Sie eben so viele Flächen, als dergleichen Kreise sind, die sich alle unter gleichen Winkeln in der Achse, und selbst nach der Richtung der Achse durchschneiden, und die Sie **Stundenkreisflächen** nennen werden. Es ist nun von sich selbst schon klar, daß, wenn die Sonne an einem aus den Stundenkreisen ist, sie auch an seiner Fläche sey.

Nehmen Sie nun an, daß die Achse der Erdkugel CP über die Kugel hinaus bis in R verlängeret sey. Weil wir annehmen darfen, daß die Achse eine dichte Linie sey, so wird sie einen Schatten werfen, und weil sie über dieß unbeweglich, und allzeit in der nämlichen Richtung ohngeachtet der Bewegung der Erde verbleibt, so wird ihr verlängerter Theil PR auch einen unbeweglichen Schatten an die der Sonne entgegen gesetzte Seite werfen; mithin wie die Erde um die Achse sich drehet, so werden nach und nach alle Puncte der Erde innerhalb 24 Stunden unter dem Schatten durchgehen; da nun die Stundenkreise auf eine Stunde voneinander abstehen, so wird es ein untrügliches Zeichen seyn, daß eine Stunde verflossen sey, so bald der Schatten auf die Fläche eines neuen Stundenkreises fällt.

Setzen Sie weiter, daß die Erdkugel so geschnitten werde, daß der Durchschnitt genau mit der Fläche des Ebeners ÆDQ übereinstimme, die Achse aber unberührt verbleibe; so werden die Linien XII 12, I 1, II 2 u. s. w. die gemeinschäftlichen Durchschnitte der Fläche des Ebeners mit den **Stundenkreisflächen** vorstellen;

Weil

Weil also der Schatten der Achse CP nach jeder Stunde auf der Fläche eines **Stundenkreises** ist, so wird er auch auf dem gemeinschaftlichen Durchschnitte eben desselben Kreises mit der Ebenersfläche seyn, das ist, in den Linien C1, C2, C3 und so weiter, welche folglich eine Stunde von einander abstehen. Wäre also unsere Erde eine Halbkugel, deren Grundfläche die Fläche des Ebeners selbst wäre, auf welche in dem Mittelpuncte die Achse, oder an ihrer Stelle sonst ein anderer Stift senkrecht aufgestellet wäre, so brauchte es nur den Umfang des Ebeners in 24 gleiche Theile zu scheiden, und wir hätten eine natürliche Sonnen-Uhr.

Was ist eine nachtgleichige Sonnen Uhr?

Was dort im grossen geschehen würde, das läßt sich im kleinen genau ausführen. Es sey Wienn in Z; Man stelle eine Fläche ZX also auf, daß sie mit der Fläche des Ebeners ÆDQ reimend sey; auf diese stelle man einen Stift cr senkrecht in dem Punct c auf, und aus diesem, als aus einem Mittelpuncte ziehe man einen Kreis, dessen Umfang in 24 Theile eingetheilet werde, zu den Eintheilungspuncten schreibe man die Stunden 1, 2, 3 u. s. w. Man stelle endlich die Fläche so, daß die Linie von der zwölften Stund genau auf der Pinnelinie liege, das ist, mit der Linie XII, 12 reimend sey. Weil die Fläche ZX mit der Fläche des Ebeners reimend ist, und der Stift cr auf ZX senkrecht, so ist er mit der Achse CP reimend, folglich ist auch der auf die Fläche ZX von dem Stift cr geworfene Schatten mit dem Schatten der Achse reimend;

Ueberdieß ist ef mit XII 12 reimend, folglich auch die übrigen Linien cd, cg, u. s. w. mit C 1, C 2 u. s. w. reimend, wenn also der Schatten der Achse CP auf C, XII fällt, so wird auf der Fläche ZX der Schatten des Stiftes cr auf ce fallen, wenn er dort in C I ist, so wird er hier in ca seyn, u. s. w. Wir haben also auf der Fläche ZX eine Gattung von einer Sonnen Uhr, die man die nachtgleichige Sonnen Uhr (horologium æquinoctiale) nennet. Die Kunst sie zu verfertigen ist diese: Man ziehe auf einer Tafel ZX einen Kreis, der in 24 gleiche Bögen eingetheilet werde, zu den Eintheilungspuncten ziehe man von dem Mittelpuncte c gerade Linien, und bezeichne sie mit den Stunden, in dem Mittelpuncte c richte man einen Stift senkrecht auf; Man erhöhe die Tafel ZX über den Sehekreis oh so, daß sie mit ihm einen Winkel ZXh macht, welcher der Ergänzung der Polhöhe P über den Sehekreis HO gleich ist, und hier in Wienn 41°. 48′ beträgt, endlich habe man acht, daß die Linie von der zwölften Stund genau auf die Pinnelinie aufliegt, und die Uhr ist fertig. Denn, wenn Sie von dem Mittelpuncte C eine Linie CZ zu dem Punct Z ziehen, und die Linie C, VI bis in h verlängern, so ist der Winkel ZCh die Weltbreite des Ortes Z oder was das nämliche ist, die Erhöhung des Poles über den Sehekreis des Ortes Z, und mithin der Winkel ZhC seine Ergänzung = 41°. 48′, also ist der Winkel ZhC = XZh, folglich XZ reimend mit hC, mithin cr reimend mit CR, und weil sowohl XII 12, als ef in der

Pinnelinie liegen, so sind sowohl sie untereinander, als alle die auf der Fläche XZ gezogenen Stralen, denen auf der Fläche ÆDQ reimend. Diese Gattung der Sonnenuhr hat dieß besonders, daß sie überall auf der ganzen Oberfläche der Erde kann gebraucht werden, ohne andere Veränderung, als des Winkels XZh, welche ohne sonderbare Beschwärniß geschieht, wie es Ihnen aus dem Gebrauche des sogenannten gemeinen Compasses ohne dieß schon genug bekannt ist.

Aus dem wenigen, was ich itzt gesagt hab, merken Sie schon, daß bey einer jeden Sonnenuhr die Fläche der Uhr den Durchschnitt desjenigen grossen Kreises, der mit der Uhrfläche reimend ist, der Stift die Achse, die Stundenlinien die gemeinschäftlichen Durchschnitte der Mittagskreisesflächen mit der Fläche des besagten grossen Zirkels, der Schatten des Stifts endlich den Schatten der Achse vorstellet. Wenn also eine Sonnenuhr auf einer Fläche, sie mag wie immer gestellet seyn, z. B. auf der queren Linie ZX (Fig. 18.) soll aufgezeichnet werden, so stelle man sich den reimenden Durchschnitt eines grossen Kreises HOD vor, welcher nothwendig von den Mittagskreisesflächen verschiedentlich wird durchgeschnitten werden, nachdem als die Flächen selbst verschiedentlich auf einander geneigt seyn werden. Man ziehe mit diesen Durchschnittslinien CXII, C1, C2, u. s. w. gleichlaufende Linien auf der gegebenen Fläche, und stelle endlich den Stift so auf, daß er mit der Achse CP reimend sey. Sie sehen gar wohl,

5. Taf. Fig 18.

wohl, daß, weil der Durchschnitt der Erdkugel nur ein eingebildeter Durchschnitt ist, die ganze Kunst endlich auf das ankömmt, daß man richtig wisse, wie eine solche eingebildete Fläche von den Mittagskreisflächen müßte durchgeschnitten werden, und dieß würde Ihnen nicht schwär fallen, wenn Sie eine genugsame Fertigkeit in perspectivischen Zeichnungen hätten. Damit ich aber doch etwas sage, so werde ich eine der leichtesten Arten eine Queruhr (horologium horizontale) aufzuzeichnen hier anführen.

Wie wird eine Quer-Uhr au gezeichnet?

Es sey (Fig. 18.) ÆXIIQ die Fläche des Ebeners, dessen Umfang in 24 gleiche Theile getheilet ist, CP sey die Achse der Erdkugel, HDO die Fläche des Sehekreises, welche man sich so vorstellen kann, als wäre sie aus Glas, ganz durchsichtig. Bilden Sie Sich ein, Ihr Aug wäre irgendwo ober C, so daß eine von dem Auge zu den Mittelpunct C gezogene Linie auf die Fläche des Sehekreises senkrecht wäre. Weil die Fläche des Sehekreises durchsichtig ist, so würden Sie nicht nur die Fläche des Ebeners, sondern auch die auf derselben gezogenen Stundenlinien, und so gar den auf dieselben fallenden Schatten der Achse CP auf der gläsernen Tafel sehen, nicht anders, als wäre alles dieses selbst auf dieser Tafel abgemalt; weil aber die beyden Flächen unter einem bestimmten Winkel aufeinander geneigt sind, so wird das Bild des Ebeners aus den bekannten optischen Regeln auf der Querfläche kein Kreis, sondern eine Ellipse seyn, deren größere Achse der Durchmesser selbst des Ebeners ist, die kleinere aber

mehr oder weniger verkürzet seyn wird, nachdem der Winkel OXIIQ größer, oder kleiner ist, und hieraus sehen Sie, daß die zwischen zwey Stundenkreisen eingeschlossenen Bögen, welche an dem Umfange des Ebeners alle gleich groß sind, an seinem auf die Fläche des Sehekreises geworfenen Bilde von ungleicher Größe seyn müßen. Diese nun zu bestimmen verfährt man also: Man beschreibe den Kreis AGBK (Fig. 19.) der die Ebenersfläche vorstellet, und dessen Umfang in 24 gleiche Theile eingetheilet wird; Man ziehe die zwey aufeinander senkrechten Durchmesser AB, und ED, deren einer AB den gemeinschäftlichen Durchschnitt der Flächen des Ebeners, und des Sehekreises vorstellet, und darum die grosse Achse der Ellipse seyn wird. Wenn nun die Puncte 1 und 23, 2 und 22, 3 und 21 u. s. w. durch gerade Linien aneinander gehänget werden, so werden sie die an beyden Seiten des Mittelpunctes C gleichen Theile CL, CM, CN u. d. m. an dem Durchmesser AB abschneiden, welche, weil der Durchmesser AB sowohl zu dem Kreise, als zu der Ellipse gehöret, in beyden die nämlichen seyn werden; Da also die Stundenpuncte an dem Umfange des Ebeners dort sind, wo diese Linien ihn schneiden, so werden solche Puncte auch in dem perspectivischen Abrisse irgendwo in eben diesen Linien seyn. Man mache an dem Puncte B einen Winkel CBH., welcher der Ergänzung (Complemento) der Weltbreite gleich sey = 90° — 48°. 12′ = 41°. 48′, Man ziehe die Linie BH, welche den Sehekreis vorstellet, und auf dieselbe aus dem Mittelpuncte C die senkrechte Linie CO, so wird OB der ver-

Fig. 19.

kürzte

kürzte Durchmesser, und folglich die kleine Achse der Ellipse seyn. Man übertrage OB aus dem Mittelpuncte C in D, und in E, und aus dem Puncte D, oder E den Halbmesser CD in F und f, so werden die Puncte F und f die Brennpuncte der Ellipse seyn. Man beschreibe aus dem Mittelpuncte C mit dem Halbmesser CD den Kreis DNE, und scheide ihn in 24 Theile; durch jede zwey Eintheilungspuncte ziehe man gerade, mit dem Durchmesser AB reimende Linien cl, dm, en, u. s. w. die Puncten l, m, n, u. s. w. in welchen diese Linien die vorigen 1, 23. 2, 22. u. s. w. durchschneiden, sind in dem Umfange der Ellipse, und stimmen mit den Puncten 7, 8, 9, u. s. w. des Kreises überein, und sind folglich Stundenpuncte. Wenn man also durch den Mittelpunct C, und die besagten Puncte gerade Linien CVI. CVII u. s. w. ziehet, und an dem Puncte C einen Stift CI aufrichtet, der mit der Mittagslinie CB einen Winkel von 48°. 12′ macht, so ist das verlangte zu Standen gebracht.

Aus den nämlichen Grundsätzen zeichnet man auf einer jeden sowohl senkrechten, als liegenden, oder geneigten Fläche ohne viele Beschwärniß eine Sonnen-Uhr auf. Doch, wenn sie einmal eine Queruhr haben, so lassen sich aus dieser allein alle die übrigen bestimmen, auf eine Art, welche sich kürzer zeigen, als sagen läßt. Ich werde Sie durch eine einzige Unterrichtung in Stand setzen, es mir nachzumachen.

Welchen Weg macht der Schatten?

Es ist hier der Ort, etwas von dem Wege des Schattens, den ein dichter Punct auf einer Querfläche beschreibt, zu sagen. Es sey PÆRQL (Fig. 20.) der Durchschnitt der Erde durch einen Mittagskreis, ÆQ der Ebener, KL der Wendekreis, CP die Achse, P der Nordpol, die Sonne S sey im Krebse, und das Aug eines Beobachters in dem Mittelpuncte C. Weil die Sonne täglich einen mit dem Ebener reimenden Kreis durchzulaufen scheinet, so wird ST der Durchmesser des Kreises seyn, über welchen die Sonne am selben Tage fortgehet, und SCT ist der Durchschnitt des Kegels, dessen Oberfläche diejenigen Stralen ausmachen, welche von dem Auge in C zu jeden Punct des Umfanges eben desselben Kreises gezogen würden. Weil nun der Schatten der dichten Körper in eben derselben Richtung, aber auf der entgegengesezten Seite liegt, in welcher die Stralen selbst, der Mittelpunct C aber, als ein dichter Punct kann angenommen werden, so wird sein Schatten eben auch eine kegelförmige Oberfläche beschreiben, deren Durchschnitt CY⊖ dem Durchschnitte SCT ähnlich, und gleich ist; und weil der Halbmesser der Erdkugel im Vergleiche mit der erstaunlichen Entfernung der Sonne klein ist, so ist das nämliche von dem Schatten eines jeden andern auf der Oberfläche der Erde gelegenen Punctes zu verstehen. Nehmen Sie nun erstlich an, daß unter den Polen P und p selbst die Querflächen GH und ΓΠ aufgestellet würden, und es ist klar, daß die Achse sowohl des lichten, als schattichten Kegels senkrecht würde geschnitten werden, folglich würde der perspectivische Abriß

Fig. 20.

riß sowohl des Sonnenreimlings, als des Schattens ein Kreis seyn. Es sey eine Fläche ORZ, welche die Erde an den Polkreis selbst berühret, und mithin von dem Pole $23^{\circ}\frac{1}{2}$ abstehet. Weil auch die Wendekreise eben so viel von dem Ebener abstehen, so wird die Fläche ORZ mit der Seite CY des Kegels reimend seyn (a), und darum ist der Durchschnitt des Kegels, mithin auch der Weg des Schattens eine Parabel. In einem jeden Puncte B zwischen dem Pole, und dem Polkreise, ist er eine Ellipse, und endlich zwischen den zwey Polkreisen überall eine Hyperbel. Es entstehet hieraus eine Art alle Reimlinge für jeden Grad der Abweichung der Sonne auf der Sonnenfläche aufzuzeichnen so, daß man schon aus der Länge des Schattens allein wissen kann, in welchem Himmelszeichen die Sonne sich aufhält. Einen andern, und in gewissen Umständen viel wirklicheren Nutzen, kann diese Lehre in der Aufzeichnung der Mittagslinie haben, den ich, weil ich nicht weitläuftig seyn darf, verschweigen muß. Doch, weil die Mittagslinie selbst bey dem Gebrauche der Sonnenuhren von einer unumgänglichen Nothwendigkeit ist, so werde ich Ihnen die gewöhnlichste Art selbe zu finden weisen.

(a) Weil der Winkel Or P aus der Tangente Rr, und der Sekante pP entstehet, so mißt ihn $\frac{1}{2}$ R Æ P — $\frac{1}{2}$ R p = $\frac{1}{2}$ R Æ P — $\frac{1}{2}$ m P = Æ R = M p = N p, mithin ist der Winkel Or C = rCY, folglich Or mit CY reimend.

Wie wird die Mittagslinie gezogen?

Die Mittagslinie ist der gemeinschäftliche Durchschnitt der Flächen des Mittags- und Sehekreises; sie ist also eine gerade Linie, die genau durch die Hauptpuncte Nord, und Sud durchgehet. Um sie zu finden, beschreibe man aus einem Puncte C einer gegebenen Querfläche mehrere Kreise, (Fig. 21.) und auf eben den Punct C richte man einen Stift CB vollkommen senkrecht auf. Man merke genau die Puncte F, D, E, an welchen der äußerste Punct des Schattens die Umfange der verschiedenen Kreise vormittag berühret, und wieder die Puncte H, I, K, auf welche er nachmittag gelanget, und es ist sicher, daß jede zwey Puncte des nämlichen Kreises, z. B. die Puncte E, und H von dem Mittagspuncte einen gleichen Abstand haben müßen. Wenn man also die Bögen EH, DI, FK in zwey gleiche Theile scheidet, und durch die Halbirungspuncte, und den Mittelpunct C eine gerade Linie ziehet, so wird sie die Mittagslinie seyn. Ziehen Sie durch die äußersten Puncte des Schattens F, D, E, H, I, K eine ununterbrochene Linie, so wissen Sie schon aus den eben itzt erwähnten, daß sie eine Hyperbel sey, deren Achse die Linie RC, und der Scheitel R ist. Erwägen Sie weiter, daß die Länge des Schattens vom Mittage angefangen, beständig wächst, und endlich bey Niedergang der Sonne unendlich wird, so merken Sie, daß die Linie, welche in der Richtung dieses Schattens liegt, die Assymptote von der Hyperbel sey, deren Lage von der Linie bestimmet wird, welche durch den Punct C, und den Mittelpunct der auf- oder niedergehenden

Fig. 21.

Sonne

Sonne durchgehet, und mit der Mittagslinie einen Winkel macht, dessen Maaß der zwischen dem Mittagskreise, und dem Puncte des Auf- oder Niederganges eingeschlossene Bogen des Sehekreises ist. Wenn Ihnen also die Entporung (amplitudo), die Abweichung der Sonne, und die Breite des Ortes gegeben ist, so werden Sie gar leicht den Scheitel, die grosse Achse, die Assymptote, und aus diesen die kleine Achse, und den Brennpunct der Hyperbel finden, deren Umfang der äusserste Punct des Schattens am gegebenen Tage beschreibet, und dessen Achse die Mittagslinie ist.

Was ist der Sonnenring?

Weil wir von den Sonnenuhren bishero geredet, so wird es Ihnen vielleicht nicht unangenehm seyn, etwas weniges von dem so bekannten Sonnenringe zu hören. Der Ring, den sie von einem Faden frey hängen lassen, stellet den Mittagskreis vor, und ist in Grade, Minuten, u. s. w. eingetheilet, damit man ihn nach der Verschiedenheit der Weltbreite von verschiedenen Puncten hängen lassen kann; daher sehen Sie, daß der an dem Ringe bewegliche Theil, an dem der Faden haftet, auf 48°. 12′ stehet, welche die Weltbreite von Wienn ist; der andere auf den vorigen senkrechte Ring stellet den Ebener vor, und ist wenigstens in 24 gleiche Theile eingetheilet, welche eben so viele Stunden des Tages sind. Die metallene Platte, auf welcher Sie die Himmelszeichen, und in der Mitte einen Spalten sehen, in dem ein beweglicher- und in der Mitte durchgelöcherter Theil laufet, stellet den Theil

der Erdachse vor, der zwischen den zweyen Wendekreisen eingeschlossen ist. Der Zeitweiser ist in diesem Werkzeuge nicht der Schatten, sondern das Licht der Sonne, welches durch ein Löchlein auf den Ebenerring einfällt, und aus dieser Ursache muß das Löchlein nach der Verschiedenheit der Jahrszeiten auf verschiedenen Oertern stehen, wie sie es alsogleich sehen werden. Es sey (Fig. 22.) PBFpD der Mittagskreis von Wienn, W der Porpunct von Wienn. ÆQ der Ebener, Pp die Achse, BD und EF die Wendekreise, FCD die Sonnenbahn; wenn Sie den Ring also aufhängen, daß W der höchste Punct sey, so werden alle Kreise die nämliche Lage haben, welche der himmlischen Kreise ihre ist; Setzen wir also, daß die Sonne in dem Wendekreise des Krebsen ist, so wird der Stral, der durch die Mittelpuncte der Sonne, und des Rings am Mittage gehet, SC seyn, und folglich keineswegs auf den Ebenerring auffallen; doch weil alle von der Sonne kommenden Stralen untereinander reimig sind, so ist einer aus allen, der auf diesen Ring fällt, und es ist derjenige, der durch den Punct *a* der Achse, in welchen sie die Fläche des Wendekreises schneidet, durchgehet; eben so wird der auf den Punct Q auffallende Stral RQ seyn, und durch den Punct f durchgehen, wenn die Sonne in dem entgegen gesetzten Wendekreise in F ist. Weil nun die Sonne bey ihrer täglichen Bewegung einen mit dem Ebener reimenden Kreis durchlauft, so wird der am Mittage auf den Ebener einfallende Stral den ganzen Tag hindurch auf demselben verbleiben, und wie

Fig. 22.

die

die Sonne selbst von dem Mittagkreise sich weiter entfernet, also auch auf verschiedene Puncte des Ringes auffallen, und mithin die Stunden zeigen. Ich habe mit Fleiße nur die äußersten Gränzen von der Abweichung der Sonne angeführet, weil sich die Sache in den zwischen diesen Gränzen liegenden Puncten auf die nämliche Art verhält, und Sie sehen schon genug, daß das Löchlein nach dem verschiedenen Stande der Sonne auf einen andern Ort muß geschoben werden. Die Himmelszeichen, die auf die Platte gestochen sind, setzen uns außer Stand zu fehlen.

Uebrigens bemerken Sie, daß nichts schicklicher zu einem Zeitmesser hat können angenommen werden, als die Sonnenuhren. Denn weil bey ihnen alles von der Verschiedenheit allein der Bewegung der Sonne abhänget, so muß nothwendig alles das in dem Schatten merklich werden, was in der Bewegung der Sonne selbst vorgehet. Sie messen die **wahre Zeit**, und sind aus dieser Ursache ein sehr geschicktes Mittel um unsere Uhrwerke zu verbesseren, welche nur die **mittlere Zeit** messen. Allein wir müßen die Zeitlehre etwas deutlicher auslegen.

Sechstes Hauptstück.

Von der Zeit-Lehre.

Weil die Zeit eine aus mehreren in einer ununterbrochenen Reihe aufeinander folgenden Dingen entstehende Ordnung ist, so konnte ihr Maaß nichts anders, als eine dergleichen Ordnung seyn, und weil wir keine andere Folge in der Natur haben, als die Bewegung, unter allen Körpern aber keine sichtiger sind, als die himmlischen Körper, so ware es nothwendig, daß ihre Bewegung zum Zeitmaaße angenommen würde. Wenn nun alle himmlische Körper bey einem unbeweglichen Puncte ihre Bewegung anfiengen, und ihre Umläufe zur nämlichen Zeit vollendeten, so könnte ein jeder ohne Unterschied zu solchem Ziele dienen; Doch wer weiß es nicht, daß ihre Umläufe nicht von der nämlichen Dauer seyn? Aus dieser Ursache ist die Wahl aller Völker auf die Sonne verfallen, und weil man glaubte, daß der zwischen einem, und dem andern Auf- oder Niedergange der Sonne verflossene Zeitraum am leichtesten zu beobachten sey, so hat man ihn für den ersten, und vornehmsten Theil der Zeit angenommen, und den **Tag** genennet, den Sehekreis aber für die Gränzenlinie angenommen, an welcher der Tag seinen Anfang nähme. Aber wie unrichtig diese Gränzenlinie sey, erkennen Sie schon aus dem, daß der Querkreis, den man den wahren Gesichtskreis nennet, mit dem

sicht-

sichtbaren Sehekreise nicht übereinstimmet, und noch überdieß die Beobachtungen nahe an dem Sehekreise wegen der unsicheren Lichtbrechung allzeit unsicher sind. Daher haben die Sternkündige den Mittagskreis zur Gränzenlinie angenommen, so daß der **astronomische Tag** derjenige Zeitraum ist, welcher von dem Augenblicke, in welchem der Mittelpunct der Sonne über den Mittagskreis gehet, bis zu dem Augenblick verfließt, in welchem er zu dem nämlichen Mittagskreise wieder zurückkömmt. Und diesen nennet man den **wahren Tag** zum Unterschiede von dem **mittleren Tage**, den unsere Uhren messen. Der Unterschied bestehet in dem, daß die wahren Tage alle untereinander ungleich sind, die mittleren aber alle gleich. Es sind zwey Ursachen der Ungleichheit der wahren Tage: die erste ist, daß die Erde nebst der täglichen Bewegung um ihre Achse auch um die Sonne sich bewegt, und folglich täglich über einen Bogen der Sonnenbahn weggehet, die zweyte, daß die Sonnenbahn auf den Ebener geneigt ist; beyde brauchen eine Erklärung.

Was ist der wahre, und mittlere Tag?

Es sey die Erde in T, ihr Achse sey Pp; Man nehme an, daß die Erdkugel durch die Fläche des Mittagskreises PMpm so geschnitten sey, daß sie, wenn sie verlängeret würde, genau durch den Mittelpunct der Sonne S durchgieng. In diesem Falle wird allen Orten, die unter dem Mittagskreise PMp liegen, Mittag seyn, und es ist sicher, 1.) daß der tägliche Umlauf der Erde vollendet seyn wird, wann die Fläche des Mit-

Fig. 23.

Die Ursache der Ungleichheit der Tage?

Mittagskreises die nämliche Lage wieder erlangen wird; 2.) Daß unter dem Mittagskreise wieder Mittag seyn wird, so bald seine Fläche wieder durch den nämlichen Mittelpunct der Sonne durchgehen wird. Es ist nun augenscheinlich, daß, wenn die Erde auf der nämlichen Stelle T unbeweglich verblieb, die Fläche PMpm denselben Augenblick durch den Mittelpunct der Sonne durchgieng, in welchem sie zu der vorigen Lage zurückkäme, und daß mithin die Tage, und die täglichen Bewegungen um die Achse allzeit von der nämlichen Dauer, und folglich das ganze Jahr hindurch allzeit gleich seyn würden. Weil aber die Erde in der Sonnenbahn unaufhörlich fortgehet, und in einem Tage beyläufig einen Grad machet, so setzen Sie, daß sie bis in t gekommen sey. Es ist nun gewiß, daß die Fläche des Mittagskreises PMpm in t die nämliche Lage wieder hat, wenn sie mit der Fläche IPMpm in T parallel ist; Nun aber in dieser Lage gehet sie durch den Mittelpunct der Sonne noch nicht durch, und es ist also eine Period schon vollendet, ohne daß der Tag vollendet sey. Es muß der Mittagskreis PMp noch über den Bogen MI weggehen, bis seine Fläche Pmp durch die Sonne durchgehet, und den Mittag zurückbringt. Es ist aber wegen den gleichen Winkeln TSt, ItM der Bogen MI mit dem Bogen Tt ähnlich, und darum muß die Erde nebst den 360° noch einen Bogen beschreiben, der mit dem, an selbem Tage in der Sonnenbahn durchgegangenen Bogen, übereinstimmet, und diese Bewegung heißt bey den Sternkündigen: die tägliche Bewegung der Sonne

in dem geraden Aufsteigen. Sie werden die Sache in der Sphäre alsogleich verstehen, auf welcher alle, aus dem Mangel der Figur vielleicht entstandene Unverständlichkeit verschwinden wird. Wären die Bögen Tt allzeit gleich, so würden zwar die Tage mit der Period der täglichen Bewegung nicht übereinstimmen, aber sie würden dennoch alle untereinander von der nämlichen Dauer seyn, und die gröste Beschwärniß würde gehoben seyn; Da aber die Bewegung der Erde in ihrer Bahn sehr ungleich ist, so daß sie z. B. im Junius 57'. 12.", im December 61,' 12" beschreibet, so ist es schon klar, daß die Tage bald länger, bald kürzer seyn müßen.

Die zweyte Ungleichheit der Tage kömmt von der Neigung der Sonnenbahn auf den Ebener. Um dieses zu verstehen, müßen Sie Sich dessen erinneren, daß die Stunden, und überhaupt alle zeittheile an dem Ebener gezählet werden, weil die tägliche Bewegung eines jeden auf der Oberfläche der Erde gelegenen Punctes in einem Reimlinge geschieht. Setzen Sie, es sey ein Stern in S (Fig. 17.) welcher den Reimling Z S M beschreibet. Fig. 17.
Weil ein jeder Reimling zu eben der Zeit durchgelaufen wird, zu welcher der Ebener selbst, und ein jeder Bogen des Reimlinges zu eben der Zeit, zu welcher ein ähnlicher Bogen des Ebeners, so ist es augenscheinlich, daß der Stern S mit dem Puncte II des Ebeners, in welchem er von dem Mittagskreise des Sternes durchgeschnitten wird, zu gleicher Zeit, das ist, um 2. Uhr

an

an dem Mittagskreise PCp z. B. von Wienn ankommen muß. Und weil dieses so gut zu der Sonne, als zu jedem anderen Sterne gehöret, so folget ganz natürlich, daß das Maaß der Zeit sehr ungleich sey.

Fig. 24. Denn es sey (Fig. 24.) der Bogen CD in der Sonnenbahn LE ein Bogen von einem Grad (ich nehme ihn in der Figur Deutlichkeit halber groß an) über welchen die Sonne beyläufig in einem Tage weggehet; CG sey auch ein Bogen von einem Grade in dem Ebener ÆQ, Ihr Mittagskreis sey PFCp, die Sonne sey in D, und man ziehe durch D einen Reimling MDN, durch D einen Mittagskreis PDH, und auch durch G einen Mittagskreis PG. Es ist nun klar 1.) daß die Sonne am selben Tage den Reimling MDN durchlaufen, und den Mittagskreis in F durchschneiden wird. 2.) Daß, weil der Bogen DF dem Bogen HC des Ebeners ähnlich ist, die zwey Puncte D, und H zu gleicher Zeit unter dem Mittagskreise PFC durchgehen werden, und daß folglich Mittag seyn wird. Es ist aber HC kleiner, als GC, und folglich kleiner als ein Grad, also gehet ein Grad der Sonnenbahn eher durch den Mittagskreis durch, als ein Grad des Ebeners, und folglich stimmen mit den gleichen Bögen der Sonnenbahn ungleiche Bögen des Ebeners überein; da nun diese letzteren die Zeit messen, so ist es schon sicher, daß die Tage ungleich seyn müßen.

Was ist die Zeitgleichung?

Die Sternkündigen betrachten derohalben die Bewegung der Sonne, als geschähe sie in dem Ebener selbst, in welchem die Sonne mit einer beständig gleichförmigen Ge-

Geschwindigkeit fortgehen, und in einem Tage immer nur 59'. 8" beschreiben müßte. Die Mittage, die sie die **mittlere** nennen, folgen in dieser Bedingung regelmäßig aufeinander, so oft ein Bogen von 59'. 8" des Ebeners durch den Mittagskreis durchgegangen; Die Tage, welche alle von gleicher Dauer seyn würden, nennen sie die **mittlere Tage**, den Unterschied aber, der zwischen dem mittleren, und wahren Tage ist, die **Zeitgleichung**. Unsere Uhren messen nur den mittleren Tag; weil es also bekannt ist, daß die Sonne bald mehr, bald weniger in einem Tage durchläuft als 59'. 8", und derohalben der mittlere Tag bald kleiner, bald größer ist, als der wahre, so folget, daß, wenn eine gute Uhr im Anfange des Jahres mit der Bewegung der Sonne übereinstimmet, sie zu Ende des Jahrs zwar genau wieder übereinstimmen, aber zu allen anderen Zeiten von der Bewegung der Sonne abgehen müße. Ich habe schon gemeldet, daß die Sonnenuhren in diesem Stücke richtiger sind, als alle zusammengesetzte Maschinen. Aber die Sternkündige, deren Genauigkeit Ihnen wohlbekannt ist, berechnen die Zeitgleichung für jeden Grad der Sonnenbahn. Doch dieses müßen wir Ihnen überlassen.

Siebentes Hauptstück.

Von den Ursachen der Bewegung in den Lauf-Sternen.

Nachdem Sie gesehen haben, daß alle Laufsterne, und selbst die Erdkugel mit einer immerwährenden Bewegung in elliptischen Bahnen um die Sonne herumgehen, kömmt Ihnen die Begierde, auch die Ursachen von einer so bewunderungswürdigen Bewegung einzusehen. Ich werde um Ihren Verlangen genug zu thun in dieser Sache, welche mit wenigen fast nicht kann abgehandlet werden, so kurz zu seyn trachten, daß dennoch die Klarheit, und Verständlichkeit nichts verliere. Aber es ist nothwendig, daß wir etwas von der Natur der Mittelpunctkräfte überhaupt voraus abhandlen.

Die Ursache der Bewegung um einen Punct.

Fig. 25.

Setzen Sie also, ein Körper würde aus dem Puncte A. (Fig. 25.) also geworfen, daß er aus der Kraft der Trägheit allein zu einer gegebenen Zeit die Linie AH in der Richtung AB beschreibe; und es ist sicher, daß er, wenn keine Hinderniß ihm in den Weg geleget wird, im folgenden gleichen Zeitraume über die Linie HB fortgehen würde, so daß HB = AH, und er würde hinführo seine Bewegung so fortsetzen, daß er innerhalb gleichen Theilen der Zeit auch gleiche Theile des Raumes allzeit in der Richtung AB beschreiben würde. Setzen Sie, daß in dem Puncte C eine Kraft

sey,

sey, welche in den Körper am Ende des ersten Zeitraumes in H wirke, so, daß er zu eben der Zeit, zu welcher er aus der Kraft der Trägheit allein über HB fortgehen kann, geschickt würde von H bis G gegen C herab zu kommen, und Sie begreifen alsogleich, daß der Körper von der Richtung HB abweichen, und mit einer zusammengesetzten Bewegung den Querstrich (diagonalem) HI beschreiben, folglich am Ende des zweyten Zeitraumes in I seyn muß. Von I würde er aus der Kraft der Trägheit allein wieder weiter in der Richtung HI fortgehen, so daß der während des dritten Zeitraumes beschriebene Raum IO = HI wäre; wirket aber in I die nämliche Kraft gegen C, so wird er den Querstrich IM beschreiben, u. s. w. Also wenn ein, in was immer für einer Richtung geworfener Körper zu gleicher Zeit gegen einen Punct getrieben wird, so beschreibt er mit einer zusammengesetzten Bewegung die Seiten eines Vieleckes.

Ihre Gesetze.

Setzen Sie, daß der Körper A mit dem Puncte C mittels einer unbiegsamen Linie CA zusammenhänget, so wird sie, während der Bewegung des Körpers in dem Umfange des Vieleckes um den Punct C sich drehen, und die dreyeckigten Felder (areas) ACH, HCI, ICM beschreiben, so daß nicht nur in jedem gleichen Zeitraume ein solches Feld durchgelaufen wird, sondern auch, daß sie in einem richtigen Verhältnisse mit den zeittheilchen stehen. Denn wenn Sie die Linie CB

ziehen, so haben Sie zwey Dreyecke HCB, HCI, deren Grundlinie HC die nämliche ist, der Scheitel aber an die nämliche, mit der Grundlinie reimende Linie BI stößt, ihre Felder also sind gleich, nun aber ist das Feld HCB = ACH wegen HB = AH, und dem nämlichen Scheitel in C, also ist auch HCI = ACH; Es sind aber auch die Zeittheile, zu welcher diese Felder beschrieben werden, untereinander gleich, **also sind die beschriebenen Felder im Verhältnisse mit den Zeittheilchen.**

Aus diesem wird es nicht schwer fallen, die verschiedenen Verhältnisse der Geschwindigkeiten, der Zeiten, und der Kräfte zu bestimmen. Und erstens zwar, was ist bekannter, als daß das Maaß der Geschwindigkeit bey gleichen Zeiten der durchgelaufene Raum sey? weil wir also annehmen, daß die Zeittheile alle gleich groß sind, so werden sich die Geschwindigkeiten verhalten, wie die Seiten AH, HI, u. s. w. des Vieleckes. Es sind aber diese Seiten die Grundlinien der gleichen Dreyecke ACH, HCI, und die Grundlinien gleicher Dreyecke sind allzeit, wie umgekehrt die Höhen der Dreyecke, **also verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie umgekehrt die Höhen der Dreyecke, oder wie die senkrechten, auf die Seiten des Vieleckes gezogenen Linien.** Setzen wir, daß die Dreyecke nicht gleich sind, so verhalten sich ihre Grundlinien, wie gerade die Felder, und wie umgekehrt die Höhen, oder die senkrechten auf

die

die Grundlinien gezogenen Linien, folglich sind in diesem Falle die Geschwindigkeiten, wie gerade die Felder, und wie umgekehrt die senkrechten auf die Seiten des Vieleckes gezogenen Linien.

Nehmen Sie an, daß die Seiten zwar gleich sind, aber die Höhen ungleich, so werden die Zeittheile nothwendig ungleich seyn; und weil die Zeiten überhaupt sich verhalten wie die Felder, diese aber in solchem Falle wie die Höhen sind, so werden auch die Zeiten seyn, wie die Höhen, oder die senkrechten auf die Seiten des Vieleckes gezogenen Linien.

Weil die Zeit überhaupt sich verhält, wie der in selber Zeit beschriebene Dreyeck, so ist die Summe von allen Zeiten durch den ganzen Vieleck, die man die Umlaufszeit nettet, wie die Summe von allen Dreyecken; wenn also die Höhen der Dreyecke durchaus gleich sind, das ist, wenn der Vieleck regelmäßig ist, so verhält sich die Umlaufszeit, wie der Umfang des Vieleckes.

Sie sehen von sich selbst, daß, wenn die in dem Puncte C befindliche Kraft nicht in den Puncten A, H, I, M, allein, sondern unaufhörlich wirket, die Seiten des Vieleckes bis in das unendliche müßen vermehret werden, und der Körper A von der Richtung einer geraden Linie zu allen unendlich kleinen Zeittheilchen abweichen wird. Das Vieleck wird in solchem Falle in eine krumme Linie sich verwandlen, so daß die Richtun-

gen AH, HI, IM u. d. m. Tangente, die Richtungen AC, HC, IC u. d. m. die Stralen derselben krummen Linien seyn werden. Uebrigens ist es klar, daß alle die Verhältnisse der Zeiten, Geschwindigkeiten u. s. w. in der krummen Linie statt finden müßen, die wir in dem Vielecke gefunden haben.

Was sind die Mittelpunctskräfte?

Hieraus erhellet, daß ein Körper, so oft er in einer krummen Linie fortgehet, aus der Wirkung zweyer Kräfte sich bewege, deren eine ihn nach der Richtung der = die krumme Linie berührenden geraden Linie treibet, die andere aber ihn zu einen Punct, gleichsam als zu einen Mittelpunct ziehet. Diese leztere ist die **Mittelpuncts**= jene die **Wurfskraft**, beyde zusammen aber heißet man überhaupt die **Mittelpunctskräfte**. Dieses ist so wahr, daß Sie nicht im Stande sind eine krummlinigte Bewegung zu nennen, die nicht aus der Zusammensetzung dieser Kräfte entstünde, wenn Sie doch dabey bedenken, daß der Mittelpunct der Kräfte selbst beweglich seyn könne, und auch in der That sich sehr oft bewege.

Was ist die Fliehekraft?

Hüten Sie Sich aber, daß Sie, wenn Sie die **Fliehekraft** (vis centrifuga) nennen hören, nicht vielleicht eine dritte Kraft sich einbilden. Sie ist nur in der Einbildung diese Kraft; sie ist der Mittelpunctskraft allzeit entgegen gesetzet, und ihr gleich, und sie ist in unserem Begriffe eine aus den zwey vorigen entstehende Kraft. Denn, weil der Körper ohne die Mittelpuncts-

kraft in der Richtung AB fortgegangen wäre, und mithin während der gegebenen Zeit sich von dem Mittelpuncte C um BI = HG sich entfernet hätte, so nennen wir die Bestimmung, kraft welcher der Körper sich in solchem Falle entfernet hätte, die Fliehekraft, und drücken sie durch die Linie HG aus, welche der Mittelpunctskraft gleich ist, aber nur eine entgegengesetzte Richtung hat. Aber es ist schon genug in dieser Sache, Sie gewarnet zu haben.

Ich bemerke es, daß ihnen der Zweifel kömmt, wie es möglich sey, daß aus der Wirkung zweyer Kräfte allein eine so grosse Verschiedenheit der krummen Linien entstehen könne. Es kann aber nicht zweifelhaft seyn, daß sie von dem verschiedenen Verhältnisse der einen Kraft zu der anderen abhänge. Denn Sie lassen Ihnen leicht einfallen, daß es möglich sey, sowohl, daß während der ganzen Bewegung beyde Kräfte unveränderlich verbleiben, als daß sie beyde verschiedentlich sich veränderen. Dieß leztere lassen Sie mir von der Mittelpunctskraft gerne zu, weil Sie gar wohl wissen, daß ihre Wirkung von der größeren, oder kleineren Entfernung abhänget. Aber um so viel härter scheinet es Ihnen begreiflich zu seyn, wie die Wurfskraft veränderlich sey, da es gewiß ist, daß sie nur am ersten Augenblicke allein eine Geschwindigkeit dem Körper zubringt, ohne hernach jemals etwas zu wirken. Ihr Zweifel ist wohl gegründet. Denn wäre die Wurfskraft allein, so ist es unlaugbar, daß die aus ihr entstan-

Die Ursache der

Ungleichen Geschwindigkeit.

ſtandene Geſchwindigkeit immer die nämliche verbleiben müßte. Aber ſo bald Sie annehmen, daß ſie mit der Mittelpunctskraft zuſammengeſetzet iſt, ſo muß es ſehr oft geſchehen, daß die Mittelpunctskraft die aus der andern erfolgte Geſchwindigkeit bald vermehre, bald wieder vermindere, mit einem Worte, veränderlich mache. Es ſeyen zwey Kräfte, die durch die Linien ab, und ad vorgeſtellet werden. (Fig. 26.) Bilde man ſich ein, daß dieſe Kräfte auf einen Körper zugleich wirken, ſo daß ihre Richtungen erſtens unter einen geraden (Nro. 1.), zweytens unter einen ſtumpfen (Nro. 2.), drittens endlich unter einen ſpitzigen Winkel (Nro. 3.) zuſammenlaufen, und es iſt klar, daß der Körper *a* allzeit in dem nämlichen Zeitraume die verſchiedenen Querſtriche ac, ae, af durchlaufen wird, und daß folglich die in dieſen drey Fällen entſtandenen Geſchwindigkeiten ſich verhalten werden, wie eben dieſe Querſtriche ac, ae, af. Sie ſehen aber, daß die Querſtriche, und mithin auch die Geſchwindigkeiten, ob ſie gleich von der Wirkung der nämlichen Kräfte zu der nämlichen Zeit entſtanden, ſehr verſchieden ſeyn, und daß die Verſchiedenheit nur allein von dem Winkel abhänge, welchen die Richtungen der Kräfte bey dem Körper *a* machen. Bilden Sie Sich ein, die Bewegung daure länger, ſo wird die Wurfskraft am folgenden Zeittheil nicht mehr *ad* oder *ab* ſondern im erſten Falle ac, im zweyten ae, im dritten af ſeyn, folglich iſt ſie im erſten, und dritten Falle vermehret, im zweyten verminderet worden.

Fig. 26.

Die-

Dieses vorausgesetzet, nehmen Sie an, ein Körper A werde in der Richtung AB geworfen (Fig. 27.) mit einer Geschwindigkeit, daß er zu gegebener Zeit von A bis B gelangen würde; Setzen Sie aber, daß er zu gleicher Zeit gegen den Punct S gezogen werde mit einer Kraft, die, wenn sie allein wäre, ihn nöthigte zu nämlicher Zeit bis in E zu kommen; und Sie wissen schon, daß der Körper am Ende der Zeit in D seyn wird, und daß er die zweyte Zeit von D bis in C ohne die Mittelpunctskraft gehen würde, u. s. w. Mit einem Worte, der Körper wird um den Punct S eine in sich zurückkehrende Linie beschreiben, mit einer solchen Geschwindigkeit, welche sich in jedem Puncte so verhalten wird, wie die Winkel BAE, CDF, HGI u. s. w. welche von den Richtungen der zweyen Kräfte in eben denselben Puncten gestaltet werden. Und aus diesem folget weiter, daß, wenn diese Winkel beständig die nämlichen verbleiben, die Geschwindigkeit überall die nämliche, und mithin die Bewegung gleichförmig sey. Sie bemerken es schon, glaube ich, daß dieser Fall nur in dem Kreise allein sich ereigne, in welchem die Halbmesser auf die Tangenten in jedem Puncte des Umfanges senkrecht sind.

Fig. 27.

Woher die Bewegung in einem Kreise?

Aus diesem läßt sich das Verhältniß der Kräfte, der Geschwindigkeiten, und der Zeit bey einer kreisförmigen Bewegung finden. (a) Zu unserer Sache gehört

(a) 8) Es sey ein unendlich kleiner Bogen AB (Fig. 28.) den ein Körper in einer gegebenen unendlich kleinen Zeit beschrei-

Fig. 28.

hört hauptsächlich, daß man, weil die Geschwindigkeit in

---

schreibet, und er wird für eine gerade Linie angesehen werden können. Löset man ihn in die Kräfte BE, und AE auf, so wird 2 AE das Maaß der Mittelpunctskraft seyn. Denn zu einer gegebenen Zeit ist das Maaß der Kraft die Geschwindigkeit, und das Maaß der Geschwindigkeit nicht jeder Raum, sondern nur derjelbe, den der Körper mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit durchläuft. Nun hätte der Körper während der Zeit, in welcher er von der Tangente durch $DB = AE$ mit einer beschleunigten Geschwindigkeit abzuweichen genöthiget wird, mit einer gleichförmigen Bewegung den Raum 2 AE durchgelaufen, folglich ist das Maaß der Kraft 2 AE. Es ist nun aus der Natur des Kreises $AB^2 = AH \times EA = 2\,AC \times AE =$ $AC \times 2\,AE$, also $2\,AE = \frac{AB^2}{AC}$; Es ist aber AB der durchgelaufene Raum, und folglich das Maaß der Geschwindigkeit. Es ist also die Mittelpunctskraft im Kreise in einem zusammengesetzten Verhältnisse aus dem geraden Verhältnisse des Viereckes der Geschwindigkeit, und dem umgekehrten des Halbmessers.

9) 1. Zusatz. Nennet man die Kraft $= u$, die Geschwindigkeit $= c$, den Halbmesser $= r$, $AE = d$, so ist, $2d = \frac{c^2}{r}$, folglich $c^2 = 2\,rd$, und $c = \sqrt{2\,rd}$; oder weil $2d = u$, so ist $c = \sqrt{ru}$.

10) 2. Zusatz. Nehmen Sie noch einen andern Kreis an, dessen Halbmesser $= R$, die Geschwindigkeit $= C$, die Kraft $= V$, so ist $V = \frac{E^2}{R}$, folglich $V : u = \frac{C^2}{R} : \frac{c^2}{r}$, und $C : c =$ $\sqrt{RV} : \sqrt{ru}$. wenn also $R = r$, so ist $C : c = \sqrt{V} : \sqrt{u}$,

das

in dem Umfange eines Kreises, und folglich das Maaß

das ist in gleichen Kreisen verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Wurzeln der Kräfte.

11) 3. Zusatz. Wenn $C = c$, so ist $\sqrt{RV} = \sqrt{ru}$, und $V : u = r : R$, das ist, wenn zwey Kreise mit gleicher Geschwindigkeit durchgelaufen werden, so sind die Kräfte wie umgekehrt die Halbmesser.

12) 4. Zusatz. Weil in einer gleichförmigen Bewegung die Geschwindigkeiten sich verhalten, wie gerade die Räume, und umgekehrt die Zeiten, in dem Kreise aber die Räume, selbst die Umfange der Kreise sind, und diese sich verhalten wie die Halbmesser, so wird wenn man die Zeiten T und t nennet, seyn $C : c = \frac{R}{T} : \frac{r}{t}$, es ist aber (10) $C : c = \sqrt{RV} : \sqrt{ru}$, also $\sqrt{RV} : \sqrt{ru} = \frac{R}{T} : \frac{r}{t}$ mithin $T^2 : t^2 = \frac{R}{V} : \frac{r}{u}$, das ist, die Vierecke der Zeiten sind gerade wie die Halbmesser, und wie umgekehrt die Kräfte.

13) 5. Zusatz. Nimmt man an, daß $V : u = \frac{1}{R^2} : \frac{1}{r^2}$ sey, so ist (12) $T^2 : t^2 = R^3 : r^3$, das ist, wenn die Kräfte sich verhalten, wie umgekehrt die Vierecke der Entfernungen, so sind die Vierecke der Zeiten, wie die Cubi der Entfernungen.

14) 6. Zusatz. Wenn $T^2 : t^2 = R^3 : r^3$, so ist (12) $R^3 : r^3 = \frac{R}{V} : \frac{r}{u}$ und daher $V : u = \frac{1}{R^2} : \frac{1}{r^2}$.

der Wurfskraft dieselbe ist, welche der Körper beym Falle durch den halben Halbmesser bekommen würde (a), der

15) 7. Zusatz. Will man die Umlaufszeit in einem gegebenen Kreise bestimmen, so suche man erstens aus dem gegebenen Halbmesser r, und dem bekannten Verhältnisse des Durchmessers zu dem Umfange 1 : 3, 14159 u. s. w. den Umfang, welcher 3, 14159 × 2 r seyn wird. Nun ist bey gleichförmiger Bewegung die Zeit, wie gerade der Raum, und umgekehrt die Geschwindigkeit, welche in dem Kreise $= \sqrt{2rd}$, (9) also ist die

$$\text{Umlaufszeit} = \frac{3,14159 \times 2r}{\sqrt{2rd}} = 3,14159 \times \sqrt{\frac{2r}{d}}$$

16) Anmerkung. Will man das Verhältniß der Geschwindigkeit, der Kräfte u. s. w. in jedem Kreise, dessen Halbmesser r ist, überhaupt ausdrücken, so kann man die Kraft durch jedes Vermögen (Potentia) r^n vorstellen. Also z. B. weil (10) $c = \sqrt{ru}$, so wird, wenn man r^n anstatt u setzet, $c = \sqrt{r^n} \times r = \sqrt{r^{n+1}} = r^{\frac{n+1}{2}}$ seyn. u. s. w.

(a) 17) Es stelle die Geschwindigkeit, und folglich auch die innerhalb der Zeit 1 gleichförmig hervorgebrachte Kraft das Vermögen r^n vor, so wird der während der nämlichen Zeit 1 mit einer beschleunigten Bewegung durchgelaufene Raum $\frac{1}{2} r^n$ seyn. Um also den Raum zu finden, welchen der Körper mit einer beschleunigten Geschwindigkeit durchlaufen muß, damit er am Ende der Zeit die Geschwindigkeit $r^{\frac{n+1}{2}}$, welche die Geschwindigkeit im Kreise ist (16), bekomme, sage man: wie das Viereck der Geschwindigkeit, mit welcher innerhalb der Zeit 1 der Raum $\frac{1}{2} r^n$ durchgelaufen wird, zu dem Vierecke der Geschwindigkeit durch den Raum AE, so verhält sich der während der Zeit 1. durchgelaufene zu dem gesuchten Raum, das ist, r^{2n}:

$$n+1 = \frac{1}{2} r^n : \frac{\frac{1}{2} r^{2n+1}}{r^{2n}} = \frac{\frac{1}{2} r \times r^{2n}}{r^{2n}} = \frac{1}{2} r.$$

der Halbmesser aber in jedem Kreise unveränderlich ist, diese Kraft für ein unbewegliches Ziel annehmen kann, aus welchem das Verhältniß der Kräfte in einer jeden anderen Gattung der krummen Linien mag gefunden werden.

Woher die Bewegung in jeder andern krummen Linie?

Fig. 29.

Nehmen wir an, daß bey einer unveränderlichen Mittelpunctskraft die Wurfskraft veränderlich sey, und setzen wir vor allen andern, daß bey der nämlichen Mittelpunctskraft AE (Fig. 29.) eine Wurfskraft Aa möglich sey, aus deren zusammensetzung mit der vorigen eine Bewegung in einem Kreise AKP um den Mittelpunct S entstehe, und die man, weil sie beständig ist, mit 1 ausdrücken kann. Dieses vorausgesetzt, bilde man sich ein, daß ein Körper aus dem nämlichen Puncte A in der nämlichen Richtung Ae mit einer Geschwindigkeit Ab geworfen werde, und wieder ein anderer mit der Geschwindigkeit Ae; und es ist klar, daß die Querlinie Ad im ersten Falle innerhalb den Kreis, im zweyten außer den Kreis fallen müße, und daß folglich, wenn mit der Mittelpunctskraft AE was immer für eine andere Wurfskraft als Aa zusammengesetzet wird, die krumme aus der gemeinschaftlichen Wirkung der beyden Kräfte entstehende Linie kein Kreis seyn könne. Weil wir also die Geschwindigkeit der Wurfskraft für einen Kreis = 1 angenommen haben, so ist schon sicher, daß aus einer größeren sowohl, als kleineren Geschwindigkeit eine andere, als kreisförmige Linie entstehen wird. Man kann beweisen, daß alle krumme Linien, welche

mit

mit jedem zwischen 0, und $\sqrt{2}$ enthaltenen Grade der Geschwindigkeit beschrieben werden, Ellipsen, die mit einem Grade der Geschwindigkeit $= \sqrt{2}$, wenn die Richtungen der Mittelpunctskraft reimend sind, Parabeln, und endlich die mit einem größeren Grade als $\sqrt{2}$ bis ins unendliche, Hyperbeln seyn müßen; (a)

und

(a) 18) Es sey (Fig. 30.) das Verhältniß der Geschwindigkeit in dem Puncte Q zu der Geschwindigkeit, welche ein Körper in einem mit dem Halbmesser $CQ = 1$ beschriebenen Kreise in eben dem Puncte Q haben würde, wie $n : 1$, es sey die Bogenhöhe des Richtungswinkels CQP, den der Halbmesser CQ mit der Tangente macht, $= m$, die halbe grosse Achse der krummen Linie, welche ich für eine Ellipse annehme, $= a$, und $CQ = d$, endlich ziehe man aus den Brennpuncten C und F die senkrechten Linien CP, FK auf die Tangente. Weil in einer krummlinigten Bewegung die Geschwindigkeit sich verhält, wie gerade das Feld des Sektors, und wie umgekehrt die senkrechte aus dem Mittelpuncte der Kräfte auf die Tangente gezogene Linie, so wird das Feld seyn, wie gerade die Geschwindigkeit, und dieselbe senkrechte Linie zugleich. Es wird also das in einem Kreise während einer unendlich kleinen Zeit beschriebene Feld seyn $1 \times 1 = 1$, und in der gegebenen krummen Linie $= m \times n = mn$. Es sind aber die Felder der Sektorn wie die Quadratwurzeln der Parameter (Siehe unten Nro. 23.) und folglich $1 : m^2 n^2 = d : m^2 n^2 d$. Es ist also der Parameter der gegebenen krummen Linie $= m^2 n^2 d$, welche, wenn sie mit der halben grossen Achse a vervielfältiget wird, das Viereck der halben kleinen Achse ED^2 geben wird $= a \times m^2 n^2 d$ (aus der Kegelschnittlehre). Weiter ist in dem Δ CQP, $1 : m = CQ : CP = m \times CQ$, und in dem Δ FQK ist $1 :$

m

und weil wir gesagt haben, daß die Geschwindigkeit der Wurfskraft in dem Kreise eben dieselbe sey, die ein Körper bey seinem Falle durch den halben Halbmesser bekommen würde, so können wir auf ähnliche Art bestimmen, daß er mit einer Geschwindigkeit, welche der Körper bey seinem Falle durch den ganzen Halbmesser bekommen würde, eine Parabel, mit einer kleineren eine Ellipse, mit einer größeren eine Hyperbel beschreiben müßte (a).

Bis-

$m = FQ : FK = m \times FQ$, folglich $CP \times FK = m^2 \times CQ \times FQ = ED^2$ (aus der Kegelschnittlehre) oder (weil $CQ = d$, und $FQ = 2a - d$) $= m^2 \times (2ad - d^2)$ daher ist $m^2 n^2 d = m^2 \times (2ad - d)^2$, mithin $a = \frac{d}{2 - n^2}$, und $2a = \frac{2d}{2 - n^2}$ = der halben grossen Achse, aus welcher auch die kleine gegeben ist $= \frac{2mnd}{\sqrt{2 - n^2}}$. Wenn also n^2 kleiner ist, als 2, so ist $\frac{d}{2 - n^2}$ positiv, und die Bahn ist eine Ellipse, wenn $n^2 = 2$, ist $\frac{d}{0}$ unendlich, und die Bahn eine Parabel, wenn n^2 größer ist als 2, so ist die Achse negativ, und die Bahn eine Hyperbel.

(a) 19) Wenn das Vermögen des Halbmessers r^n die Kraft vorstellet, so ist die Geschwindigkeit im Kreise $= r^{\frac{n+1}{2}}$; weil also die Geschwindigkeit in der Parabel zu der Geschwindigkeit

im

Bishero haben wir die Mittelpunctskraft, als unveränderlich angesehen; Was wird aber geschehen, wenn sie auch veränderlich ist, und in einem umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen zu- oder abnimmt? Sie können den einmal angefangenen Vergleich mit der kreisförmigen Bewegung so lang forttreiben, bis Sie eine allgemeine auf jede Gattung der krummen Linien sich erstreckende Regel werden gefunden haben. Doch die unendlichen Gattungen der krummen Linien gehören zu unserer Sache nicht. Genug ist es, daß wir versichert sind, daß, wenn die Mittelpunctskraft in dem umgekehrten Verhältnisse der Vierecke der Entfernungen ist, der Körper eine aus den Kegelschnitten um einen Brennpunct beschreibe. Und dieses ist so wahr, daß es auch im Widerspiele bewiesen ist, daß, wenn ein Körper einen aus den Kegelschnitten um einen der Brennpuncte beschreibet, die Mittelpunctskraft in dem umgekehr-

---

im Kreise ist, wie $\sqrt{2} : 1$, so ist $1 : \sqrt{2} = r^{\frac{n+1}{2}} :$ $\sqrt{2} \times r^{\frac{n+1}{2}}$. Weil also die Räume bey beschleunigter Geschwindigkeit sich verhalten wie die Vierecke der Geschwindigkeiten, und der in einer Zeit, wie 1 mit der Kraft r^n beschriebene Raum $\frac{1}{2} r^n$ ist, so wird seyn (wie wir es vorhero in dem Kreise gemacht haben) $r^{2n} : {}_2r^{n+1}$

$$\left(= \sqrt{2} \times r^{\frac{n+1}{2}}\right)^2 = \frac{1}{2} r^n : \frac{{}_2r^{2n+1}}{{}_2r^{2n}} = \frac{{}_2r^{2n} \times r}{{}_2r^{2n}} = r.$$

kehrten Verhältnisse der Vierecke der Entfernungen von eben dem Brennpuncte sey. (a) Ist nun die Rede insonderheit von der Ellipse, so ist es weiter bewiesen, daß eine jede Ellipse innerhalb der nämlichen umläufigen Zeit

---

(a) 20) Es sey (Fig. 30.) was immer eine um den Punct C beschriebene krumme Linie AQq, ein Körper sey in Q, die Tangente sey QP, eine aus dem Brennpuncte C senkrechte Linie CP, ein Stral CQ; Man beschreibe einen Kreis, der die krumme Linie in Q berühret, und dessen Halbmesser QO ist. Weil der Weg des Körpers sowohl gegen den Punct C, als gegen den Punct O sich krümmet, so wird seine Bewegung über einen kleinen Theil der Tangente QP, welcher mit einem kleinen Bogen in eins fällt, so aufgelöset werden, daß CP welche zu OQ reimend ist, die gegen O, und CQ die gegen C wirkende Kraft vorstellet. Es ist nun eine gegen die Mittelpuncte wirkende Kraft $= \frac{c^2}{r}$ (8) die Geschwindigkeit c aber $= \frac{1}{CP}$, also die gegen den Mittelpunct des Kreises wirkende Kraft $= \frac{1}{CP^2 \times QO}$. Mithin $CP : CQ. = \frac{1}{CP^2 \times QO} : \frac{CQ}{CP^3 \times QO}$. Und dieser ist der allgemeine Ausdruck der Mittelpunctskraft in jeder krummen Linie. Nehme man nun, daß BQA einer aus den Kegelschnitten sey, dessen grosse Achse $=$ AB, die kleine Achse DE, so wird der Hauptparameter seyn, $= \frac{2DE^2}{AE} = L$. Nun in jedem Kegelschnitte ist der Krümmungsstral $= \frac{L \times CQ^3}{2CP^3} = QO$, wenn man also in dem

vorigen

Zeit beschrieben wird, in welcher ein Kreis, dessen Halbmesser die grosse Achse der Ellipse wäre, mit einer Geschwindigkeit, welche der Körper in den äußersten Puncten der kleinen Achse in der Ellipse hat, beschreiben würde. (a) Es ist aber der Viereck der umläufigen Zeit in einem Kreise, wie der Cubus der Entfernung,

welche

---

vorigen allgemeinen Ausdrucke diesen Werth an statt QO setzet, wird die Mittelpunetskraft seyn $= \frac{CQ \times 2CP^3}{CP^3 \times L \times CQ^3} = \frac{2}{L} \cdot \frac{1}{CQ^2}$; nun aber ist $\frac{2}{L}$ eine unveränderliche Quantität, und mithin die Mittelpnnctskraft $= \frac{1}{CQ^2}$.

(a) 21) Es wird nicht unnütz seyn, wenn wir etwas weniges von der Bewegung in einer Ellipse melden. Weil der Krümmungsstral an dem Scheitel der Ellipse allzeit dem halben Parameter der Achse gleich ist $= L$, die Geschwindigkeit aber in jedem Puncte, wie $\sqrt{ru}$ (9), so ist die Geschwindigkeit in A (Fig. 30.) $= \sqrt{Lu}$, weil also die Geschwindigkeiten sich verhalten, wie umgekehrt die senkrechten auf die Tangente gezogenen Linien, so ist CP : CA, wie die Geschwindigkeit in A zu der Geschwindigkeit in Q $= \sqrt{Lu} : \frac{CA \times Lu.}{CP.}$

(1.22) Zusatz. Wenn also die Kraft ist wie $\frac{1}{AC^2.}$ so ist die Geschwindigkeit in Q $= \frac{CA}{CP} \times \sqrt{\frac{L}{AC^2}} = \frac{\sqrt{L}}{CP}$.

23)

welche allzeit der Halbmesser ist, also wird sich der Viereck der umläufigen Zeit auch in der Ellipse verhalten, wie der Cubus derjenigen Entfernung, welche der Halbmesser desjenigen Kreises ist. Wir haben aber schon gesagt, daß der Körper eine solche Entfernung, die man die mittlere nennet, in den äußersten Puncten der kleinen Achse habe, also verhalten sich die Vierecke der umläufigen Zeiten in der Ellipse, wie die Cubi der mittleren Entfernungen.

---

23) 2. Zusatz. Mithin wenn man die Geschwindigkeit in Q durch Qq ausdrücket, so ist $Qq = \frac{\sqrt{L}}{CP}$, und daher $Qq \times CP = \sqrt{L}$; es ist aber $Qq \times CP$ wie das Feld des Dreyeckes QCq, also verhalten sich die um einen gemeinschäftlichen Mittelpunct zur gegebenen Zeit beschriebenen Felder, wie die Quadratwurzel der Parameter, es sind folglich auch die Zeiten im nämlichen Verhältnisse.

24) 3. Zusatz. Weil ein jeder Theil der Zeit sich verhält, wie das Feld des durchgelaufenen Dreyeckes, und die ganze umläufige Zeit, wie die Summe der Felder, das ist, wie das Feld der Ellipse, das Feld der Ellipse aber ist wie $AE \times ED$ (oder weil $ED^2 = AE \times L$ aus der Kegelschnittlehre) wie $AE \times \sqrt{AE \times L}$, so ist (23) $\sqrt{L} : AE\sqrt{AE \times L} = 1 : \frac{AE \times \sqrt{AE \times L}}{\sqrt{L}}$, das ist, wie die Zeit durch den Bogen AQ zu der umläufigen Zeit, wie $AE \times \sqrt{AE} = T$, und daher $T^2 = AE^3$, Es ist also der Viereck der umläufigen Zeit in der Ellipse, wie der Cubus der halben grossen Achse, das ist wie der Cubus der mittleren Entfernung.

Aus diesem schlüßen Sie ganz natürlich, daß, wenn wir im Stande wären eine genugsame Geschwindigkeit einer Kugel mitzutheilen, dieselbe mit einer, aus der Mittelpuncts- und Wurfskraft zusammengesezten Kraft eine ganze Bahn um den Mittelpunct der Erde beschreiben müßte. Doch Sie sehen zugleich ein, daß dieß

---

25) 4. Zusatz. Weil nun in einem Kreise, dessen Halbmesser AE, die Kraft aber, wie $\frac{1}{AE^2}$ ist, der Viereck der umläufigen Zeit eben auch wie AE^3 ist, (13) so ist es klar, daß ein Kreis, dessen Halbmesser der halben grossen Achse der Ellipse gleich ist, zur nämlichen Zeit mit der Ellipse beschrieben wird.

26) 5. Zusatz. Weil die Geschwindigkeit in jedem Puncte sich verhält, wie umgekehrt die senkrechte auf die Tangente gezogene Linie, diese aber, wenn der Laufstern in D ist, zu ED reimend, und folglich der kleinen halben Achse selbst gleich ist, so ist $c = \frac{1}{ED} = \sqrt{\frac{1}{AE \times L}}$, oder weil L eine unveränderliche Quantität ist, wie $\sqrt{\frac{1}{AE}}$. Nun aber in jedem Puncte des Kreises ist $u = \frac{c^2}{r} =$ in unserem Falle $\frac{c^2}{AE}$, also $c^2 = AE \times u$; ist nun $u = \frac{1}{AE^2}$, so ist $c^2 = \frac{AE}{AE^2}$, mithin $c = \frac{1}{\sqrt{AE}}$.

Es ist also in einem Kreise, der zur nämlichen Zeit mit der Ellipse beschrieben wird, die Geschwindigkeit eben dieselbe, als sie in den äußersten Puncten der kleinen Achse in der Ellipse ist.

dieß nahe an der Oberfläche der Erde unmöglich sey; die Geschwindigkeit der Kugel müßte so groß seyn, daß sie in einer Sekunde über 22787 Fuß, das ist, über eine teutsche Meile, und 2787 Fuß weggehen, und den ganzen Umlauf innerhalb 1St. 19'. 2''. vollenden würde. (a) Ließe sich aber ein leichter Körper so weit von der Oberfläche der Erde wegtragen, als der Abstand des Mondes beträgt, so würde es nicht unmöglich seyn, einen, obschon sehr geringen, und verächtlichen Trabanten der Erde durch die Kunst zu verschafen.

Der Ursprung der Lehre der Laufsternigen Bewegung.

Betrachten Sie das, was ich jetzt von dem neuen Nebenläufer (Satelles) gesagt, nur obenhin, so werden Sie glauben, ich habe Ihnen nur etwas erzählet, was einem, der sich der Einbildungskraft allzuviel überläßt, etwan einfallen könnte, nicht aber, was in der Natur selbst gegründet ist. Denn, sagen Sie, wer

---

(a) 26) Die Geschwindigkeit in jedem Puncte des Kreises ist $= \sqrt{2rd}$. Weil nun nahe an der Oberfläche der Erde in einer Sekunde ein Körper über 15, 097 Fuß fällt, so ist $2d = 30, 194$. Nimmt man also für den Halbmesser der Erde 17200000 an, so ist in 1'' die Geschwindigkeit im Kreise $= \sqrt{17200000 \times 30, 194} = 22787, 42$. Nun die umläufige Zeit ist $= 3, 14159 \times \sqrt{\frac{2r}{d}}$ (15) mithin in unserem Falle $= 3, 14159 \times \sqrt{\frac{34400000}{15,097}} = 4742'', 25 = 1$ St. $19'.2''$.

wird es sich einfallen lassen, daß die Kraft der Schwäre auf so grosse Entfernungen, und selbst bis zum Monde sich erstrecke? Ich bekenne Ihnen aber, daß ich vielmehr nicht begreifen kann, wie es einem einfallen kann zu glauben, daß sie sich bis dorthin, ja bis auf alle unbestimten Entfernungen nicht erstrecke? die Sache verdienet außer Zweifel gesezet zu werden.

Der erste Gedanken, aus welchem hernach das unvergleichliche Werk von den mathematischen Grundsätzen der Weltweißheit geflossen, kam den grossen **Newton**, als er in einem Garten in Cambridge allein herumgieng. Denn, als er der Natur, und den Eigenschaften der Kraft der Schwäre, welche bey unseren irrdischen Körpern so bekannt ist, nachdachte, so fieng er an bey sich selbst also zu gedenken: Diese Kraft wird merklich nicht verminderet, wenn man auch die Gipfel der höchsten Berge besteiget; ein Stein, der hier von sich selbst auf die Oberfläche der Erde herabfällt, würde auch auf Bergen, die noch höher, als unsere bekannten Berge sind, aus eben der Kraft zurückfallen, ich muß also den nothwendigen Schluß machen, daß sie sich auf noch weitere Entfernungen von der Erde erstrecke. Vergrößere ich die Entfernungen stuffenweise, so komme ich niemals auf eine, bey welcher ich eine Ursache zu behaupten fände, daß die Kraft der Schwäre aufgehöret habe. Erhebe ich mich in meinem Gedanken bis zum Monde, so bin ich noch genöthiget mir einzubilden, daß ein Stein, wenn ihm keine Hinderniß vorkäme, auf

die

die Erde zurückfallen würde. Wenn dieses ist, so läßt sich nicht läugnen, daß der Mond selbst gegen die Erde schwär sey, und daß folglich die Kraft der Schwäre einen Einfluß in die Bewegung des Mondes hat. Ist nicht sie vielleicht, die den Mond in seiner Bahn zu erhalten hilft? Bey neuen Erfindungen kömmt es meistens auf den ersten Schritt an, ist dieser glücklich gewagt, so sind die Beschwärnisse aus dem Wege gehoben. **Newton** sah gar wohl die Aehnlichkeit zwischen den Bewegungen der Laufsterne um die Sonne mit der Bewegung des Mondes um die Erde ein, und schloß hieraus, daß, wenn es wahr ist, daß die Kraft der Schwäre in die Bewegung des Mondes einfließt, nicht mehr zweifelhaft seyn kann, daß eben dieselbe in die Bewegung der übrigen Laufsterne um die Sonne wirke. Ist sie aber in allen Entfernungen die nämliche? wird sie vermindert, wenn man von dem Mittelpuncte sich entfernet? und in welchem Verhältnisse wird sie verminderet? Der grosse Mann legte **Keplers** bekannte Regeln zum Grunde, die wir bald anführen werden, und fand, daß, wenn eine, der Schwäre ähnliche Kraft auf die Laufsterne wirket, sie im umgekehrten Verhältnisse der Viereke der Entfernungen seyn müße. Ich will Ihnen mit der Erzählung der verschiedenen Hindernisse, die ihn etwas lang aufgehalten, nicht beschwärlich fallen. Es sind etliche Jahre abgelaufen, bis er auf das Bitten **Halleys** seines Freundes das erwähnte unschätzbare Buch herausgegeben, in welchem er so deutlich beweiset, daß die Ursache der Bewegung

in den Laufsternen die mit der Wurfskraft zusammengesetzte Kraft der Schwäre sey, daß weniges noch gründlicher ist bewiesen worden.

Die Ursache der Bewegung in den Laufsternen.

Der Beweis gründet sich auf zwey von **Kepler** aus vielen Beobachtungen herausgezogene Regeln, und ist kurz dieser: Alle Laufsterne bewegen sich um die Sonne, und die Nebenlaufsterne um ihre Hauptlaufsterne in elliptischen Bahnen so, daß **erstens** ihre **Fahrspeichen** (radii vectores) um den Mittelpunct der Bewegung Felder beschreiben, welche im genauen Verhältnisse mit den Zeiten stehen, **zweytens**, daß die Vierecke der umläufigen Zeiten sich verhalten, wie die Cubi der mittleren Entfernungen, Nun aber, wenn ein Körper um einen Punct eine krumme Linie so beschreibet, daß seine Fahrspeichen Felder beschreiben, die sich wie die Zeiten verhalten, so entstehet seine Bewegung aus der mit der Wurfskraft zusammen gesezten Mittelpunctskraft, und wenn die Vierecke der Umlaufszeiten sich verhalten, wie die Cubi der mittleren Entfernungen, so verhält sich die Mittelpunctskraft wie umgekehrt die Vierecke der Entfernungen; Also entstehet die Bewegung der Laufsterne aus der Zusammensetzung der Wurfskraft, und der in einem umgekehrten Verhältnisse der Vierecke der Entfernungen würkenden Mittelpunctskraft. Weil bey diesem Beweise nichts vorkömmt, als was theils **Kepler** aus den genauesten Beobachtungen gezogen, theils seine geometrischen Beweise hat, die wir oben selbst angeführet, so bringt er die Sache zur Gewißheit.

Ob die Kraft der Schwäre in den Laufsternen mit der Schwäre der irrdischen Körper die nämliche sey?

Der einzige Zweifel blieb noch übrig, ob die Kraft der Schwäre, mit welcher die Erde auf den Mond, die Sonne auf die Laufsterne, und ein jeder Laufstern auf einen jeden andern wirket, überall die nämliche, und folglich eben dieselbe sey, welche wir bey unseren irrdischen Körpern täglich erfahren? Die Sache ist entschieden, wenn es wahr ist, daß die Beständigkeit, die Richtung und die Größe der Wirkung überall die nämliche ist. Wir wollen es beym Monde versuchen. Was die Beständigkeit, und die Richtung anbelanget, läßt sich nicht zweifeln, daß sie sowohl beym Monde, als bey jedem Steine nahe an der Oberfläche der Erde die nämlichen sind; Es kömmt also nur auf die Größe der Wirkung an, deren Maaß der zur nämlichen Zeit durchgelaufene Raum ist. Weil Sie ohne dieß wissen, daß die Kraft der Schwäre im umgekehrten Verhältnisse der Vierecke der Entfernungen abnimmt, so ist es klar, daß, wenn ein Körper, der nahe an der Oberfläche der Erde in 1″ einen Raum von 15 Fuß durchläuft, bis zum Monde übertragen würde, und folglich von dem Mittelpuncte der Erde auf 60 Halbmesser der Erde entfernet wäre, er zur nämlichen Zeit von 1″ ein um so viel kleineren Raum beschreiben würde, als der Viereck von 60 größer ist, denn 1, das ist, er beschrieb einen 3600 mal kleinern Raum, welches so viel als $\frac{1}{2400}$ Theil eines Fusses ist. Weil nun der Mond seine Bahn, das ist, 360° innerhalb 27.T. 7.St. 43′ durchläuft, so werden Sie, wenn man die Bewegung des Mondes für gleichförmig annimmt, aus dem Ihnen be-

kannten Verhältnisse des Raumes zu der Zeit finden, daß der Mond in 1″ über einen Bogen von 33‴ weggehet, dem in den Tabellen eine umgekehrte Bogenhöhe (Sinus versus) von $\frac{1}{240}$ beyläufig zustehet. (a) Da Sie nun sehen, daß die Wirkung beyderseits die nämliche ist, so machen Sie nothwendig den Schluß, daß die wirkende Kraft die nämliche sey. Sie verlangen ja nicht, daß ich den Beweis für jeden einzelnen Laufstern wiederhole, das einzige Beyspiel von dem Monde überzeuget Sie schon genug, daß die Kraft der Schwäre, die

---

(a) 27) Der nämliche Satz läßt sich auch auf folgende Art beweisen. Man setze, ein irrdischer Körper werde so weit übertragen, daß er von dem Mittelpuncte der Erde so viel abstehe, als der Mond in seiner mittleren Entfernung, das ist $60\frac{1}{5}$ Halbmesser der Erde. Setze man, er bekomme dort eine solche Wurfskraft, daß er aus der gemeinschaftlichen Wirkung eben derselben, und seiner natürlichen Schwäre zu den Mittelpunct der Erde genöthiget werde eine Bahn um die Erde zu beschreiben, und suche man, in welcher Zeit er sie beschreiben würde. Wir haben oben gefunden, daß er nahe an der Oberfläche der Erde, das ist, in der Entfernung von dem Mittelpunete wie 1, einen Umlauf innerhalb 4742″ vollenden würde. (26) Nun sind aus Keplers Regel die Vierecke der Umlaufszeiten, wie die Cubi der mittleren Entfernungen, mithin $1 : {}^{3}(60{,}020)^{3} = (4742)^{2} :$ 48624684824 90, 36, dessen Quadratwurzel ist $2337192 = 27.^{T.}\ 1.^{St.}\ 13'.\ 12''$. Der Mond vollendet die seine in $27.^{T.}\ 7.^{St.}\ 43'$. Die Differenz $6.^{St.}\ 30'$. hat nothwendig entstehen müßen, weil man die Bewegung in einem Kreise annimmt, und vieles anderes vernachläßiget.

die wir bey unseren Körpern täglich erfahren, sich auch auf die himmlischen Körper, und das ganze Sonnengebäude erstrecke, und folglich aller Materie überhaupt eigen sey.

Uebrigens wenn ich sage, daß die Kraft der Schwäre, mit welcher die Laufsterne gegen sich selbst untereinander, und ein jeder in die Theile seiner eigenen Kugel wirket, von der Schwäre der irrdischen Körper nicht unterschieden sey, müßen Sie Sich nicht etwan einfallen lassen, als müssen die nahe an der Oberfläche des Jupiters liegenden Körper in 1″ durch einen Raum von 15 Fuß fallen so, wie unsere irrdischen Körper nahe an der Oberfläche der Erde. Sie haben es noch nicht vergessen können, daß die Kraft der Schwäre nicht im Verhältnisse der Vierecke der Entfernungen umgekehrt allein, sondern auch zugleich gerade im Verhältnisse der Massen seyn, so bald, als die anziehende Masse nicht beständig die nämliche verbleibet. Und aus diesem folget nun, daß die Schwäre nothwendig größer seyn muß, so bald die anziehende Masse größer ist, als die Masse der Erdkugel. Und dieser Grundsatz giebt Ihnen Gelegenheit aus der Geschwindigkeit der Körper, die sich um einen andern bewegen, das Verhältniß ihrer Masse zu finden.

Wie findet man die Masse der Laufsterne?

Ich will die Sache kurz geben. Sie kennen den Jupiter, jenen hellglanzenden Laufstern. Es bewegen sich um ihn vier kleinere Laufsterne in beynahe kreisförmigen Bahnen so, daß einer aus ihnen, der dem

Jupiter am nächsten ist, von seinem Mittelpuncte zwar beyläufig so weit abstehet, als der Mond von dem Mittelpuncte der Erde, aber seinen Umlauf fast sechszehnmal geschwinder vollendet, als der Mond. Setzen Sie nun, daß die Mittelpunctskraft bey einem sowohl als beym andern die nämliche sey, so begreifen Sie alsobald, daß der Nebenläufer in seiner Bahn nicht kann erhalten werden, weil eine Kraft, welche der Geschwindigkeit des Mondes das Gleichgewicht hält, nimmer groß genug ist, einer größeren Geschwindigkeit so zu wiederstehen, daß der Laufstern sich nicht entferne. Die Mittelpunctskraft also muß größer seyn, und zwar, weil die Entfernungen beyderseits gleich sind, im Verhältnisse der Masse des Jupiters zu der Masse der Erde. Es ist aber bewiesen, daß beym nämlichen Halbmesser der Bahnen die Kräfte, wie die Vierecke der Geschwindigkeiten wachsen; Also weil die Geschwindigkeit des Nebenläufers zu der Geschwindigkeit des Mondes ist, wie 16: 1, so sind die Kräfte, und folglich die Masse des Jupiters, und der Erdkugel wie $16^2 : 1 = 256 : 1$. Auf die nämliche Art bestimmet man die Massen der Sonne, des Jupiters, des Saturn, und der Erde wie $1, \frac{1}{1067}, \frac{1}{3021}, \frac{1}{169282}$.

Wie die Dichtigkeit?

Sie sehen aus der Bestimmungsart selbst, daß von der Masse des Mars, der Venus, und Mercurs nichts kann bestimmet werden, weil sie keinen Nebenläufer haben. Hüten Sie Sich aber, daß Sie nicht vielleicht, wenn Sie die Vergrößerung der Masse bey den von

der

der Sonne mehr entferneten Laufsternen sehen, sie auch alsobald für Dichter halten. Denn weil die Dichtigkeit überhaupt so wächst, wie die Masse zunimmt, und die Solidität abwächst, bey den entfernten Laufsternen aber die Solidität in einem größeren Verhältnisse wächst, als die Masse, so folget nothwendig, daß die Dichtigkeit so, wie die Laufsterne von der Sonne sich weiter entfernen, kleiner werde. **Newton** hat gefunden, daß die Erde viermal dichter sey, als die Sonne, $4\frac{1}{4}$ mal dichter, als der Jupiter, sechsmal dichter, als der Saturn, und daß sich ihre Dichtigkeiten beyläufig so verhalten, wie Stahl, Helfenbein, und Ebenholtz. (a)

Es

(a) 28) Die Masse der Laufsterne, die einen Nebenläufer um sich haben, läßt sich gar leicht aus den vorhergehenden bestimmen. Denn nennet man die Masse m, die Entfernung des Nebenläufers von dem Mittelpuncte des Hauptläufers d, die umläufige Zeit t, die Kraft u, und setzet man, daß der Nebenläufer in einem Kreise sich bewege, dessen Halbmesser die mittlere Entfernung d ist, so ist aus der Lehre der Schwäre $u = \frac{m}{d^2}$, und aus der Lehre der Mittelpunctskräfte $u = \frac{d}{t^2}$,

(12) also $\frac{m}{d^2} = \frac{d}{t^2}$ mithin $m = \frac{d^3}{t^2}$.

29) Aber damit die Uebereinstimmung der himmlischen Erscheinungen mit der Theorie scheinbarer werde, wollen wir in einem Beyspiele zeigen, wie das Verhältniß der Kräfte, der Massen, und der Dichtigkeiten aus der Lehre der Mittelpunctskräfte allein fließe. Wir wollen es in der Sonne suchen.

Man

Die Verwirrungen in der Laufsternigen Bewegung.

Es sind viele aus denjenigen, welche, nachdem sie aus einer langen sowohl eigenen, als fremden Beobachtung versichert zu seyn glauben, daß nach Verlauf von so vielen Jahrhunderten die nämlichen Jahrszeiten allzeit auf den nämlichen Tag zurückkommen, daß die Lauf-

---

Man nehme also einen aus den Laufsternen, z. B. den Merkur, dessen umläufige Zeit 87. T. 23. St. 15'. 30''. Man nehme aus der allgemeinen Tafel seine mittlere Entfernung von der Sonne, und damit die Rechnung verkürzet werde, verändere man sie in Halbmesser der Sonne, welches man durch die Division mit dem Halbmesser der Sonne erhält. Sie ist 83, 6 Sonnenhalbmesser, wovon der Cubus 584277, 05 ist. Suche man nun, in welcher Zeit Merkur einen Umlauf vollenden würde, wenn er nahe an der Oberfläche der Sonne wäre, das ist, wenn seine Entfernung 1 wäre. Dieß erhält man aus Keplers Regel, daß die Vierecke der Zeiten sich verhalten wie die Cubi der Entfernungen: Man sage also 584277, 05 : 1 = 577680562709oo'' (das Viereck der umläufigen Zeit Merkurs): 98871000'', dessen Quadratwurzel beynahe 9943'' ist = $2^h.$ 45' 43''. = der umläufigen Zeit nahe an der Oberfläche der Sonne. Weil nun die umläufige Zeit überhaupt ist $3,14159 \times \sqrt{\frac{2r}{d}}$ (15) so wird, wenn man anstatt r den Halbmesser der Sonne nimmt, und aus 2r gleich die Quadratwurzel auszieht, seyn $3,14159 \times \frac{61642}{\sqrt{d}} = 9943''$, und daher $\sqrt{d} = \frac{3,14159 \times 61642}{9943} = 19,476$ Fuß, dessen Viereck 379, 307 Fuß = d; Also würde ein Körper nahe an der Oberfläche der Sonne in 1'' frey über 379, 307 Fuß fallen, das ist 379 Fuß, 3'. 8''.

Laufsterne, obschon sie immer in der Bewegung sind, dennoch allzeit in der nämlichen Bahn fortgehen, u. s. w. die Leichtsinnigkeit des menschlichen Gemüthes im Vergleiche mit den himmlischen Erscheinungen zu bedauren pflegen. Sie thun gut, aber sie bedenken nicht, daß selbst in den himmlischen Körpern nicht alles so regelmäßig ist, als sie es sich vielleicht einbilden. Der Unterschied zwischen den Fehlern der himmlischen Körpern, und den unsern, bestehet in dem, daß die unseren wider das Gesetz geschehen, da hingegen diejenigen aus den Regeln selbst fließen, und nichts anders, als besondere

Fälle

---

30) Weil nun die durchgelaufenen Räume bey einer beschleunigten Bewegung zur nämlichen Zeit sich verhalten, wie die Kräfte, der Raum aber nahe an der Oberfläche der Erde 15, 097 Fuß sind, so ist 15, 097 : 379, 307 = 1 : 25, 124, das ist, die Kraft der Schwäre nahe an der Oberfläche der Erde verhält sich zu der nämlichen Kraft nahe an der Oberfläche der Sonne, wie 1 : 25, 124.

31) Weil $u = \frac{m}{d^2}$, so ist $m = u d^2$. Nun ist der Halbmesser der Sonne, wenn der Halbmesser der Erde 1 ist = 110, 453 = d, und u = 25, 124. (30) also ist $m = (110{,}453)^2 \times 25{,}124 = 306482{,}751$, das ist, die Masse der Sonne verhält sich zu der Masse der Erde, wie 306482, 751 : 1.

32) Weil die Dichtigkeit überhaupt sich verhält, wie gerade die Masse, und umgekehrt die Solidität, die Solidität der Sonne aber aus der Tabelle 1347512, 793 ist, so ist die Dichtigkeit $= \frac{306482{,}751}{1347512{,}793} = 0{,}227$, das ist, die Dichtigkeit der Erde verhält sich zu der Dichtigkeit der Sonne, wie 1 : 0, 227.

Fälle des nämlichen unveränderten Gesezes sind. Fehler in den himmlischen Körpern! vorzeiten hätte man diese Rede für strafbar gehalten. Aber itzt ist man schon versichert, daß solche Fehler, die man aber **Ungleichheiten**, oder **Verwirrungen** der Bewegung zu nennen pfleget, nicht nur geschehen, sondern selbst eine nothwendige Folge des allgemeinen Gesetzes sind, wie ich schon gesagt habe. Das Gesetz ist das einzige, daß die Ursache der Bewegung, die mit der Wurfskraft vereinbarte Mittelpunctskraft sey, welche sich immer verhält, wie gerade die anziehende Masse, und wie umgekehrt die Vierecke der Entfernungen. Wenn nun keine andere, als die gegen den Mittelpunct der Sonne gerichtete Kraft auf die Laufsterne wirkete, so würde nur eine regelmäßige, und sich selbst immer ähnliche Bewegung entstehen können; aber weil die Kraft der Schwäre sich auf das ganze Sonnengebäude erstrecket, so werden alle Laufsterne gegen die Sonne, und die Sonne gegen alle Laufsterne, und ein jeder Laufstern gegen alle andere gezogen. Es wäre fast überflüßig zu melden, was hieraus entstehen müßte. Zum Glücke ist die Masse der Sonne im Vergleiche mit den übrigen Laufsternen so überaus groß, und folglich die Wirkung der Laufsternen in sie so klein, daß sie kaum genöthiget wird die Stellung zu veränderen. Stünden auch alle Laufsterne auf einer Seite der Sonne in einer geraden Linie, so würde der allgemeine Mittelpunct der Schwäre des ganzen Gebäudes kaum auf einen Durchmesser der Sonne von ihrer Oberfläche entfernet seyn. Der Fall

ereig-

ereignet sich niemals, und daher ist der allgemeine Mittelpunct der Schwäre von dem Mittelpuncte der Sonne wenig entfernet. Ob es also schon um das Gleichgewicht in dem Gebäude zu erhalten nothwendig ist, daß selbst die Sonne um den allgemeinen Mittelpunct der Schwäre eine Ellipse beschreibe, so ist doch diese Sonnenbahn so klein, daß sie kaum kann bemerket werden.

Woher entstehet die Bewegung des Sonnenfernepuncts?

Die Verwirrungen der Laufsterne sind zwar nicht unmerklich, doch müßen oft Jahrhunderte verfließen, damit sie beobachtet werden können. Denn, weil die Masse der Sonne die übrigen Laufsterne fast unendlich überwiegt, so verschwinden ihre Kräfte im Vergleiche mit der Kraft der Sonne fast gänzlich. Die Kraft des Jupiters, des größten unter den Laufsternen, auf den Mars, wenn er ihm am nächsten ist, vermindert seine Schwäre gegen die Sonne kaum um $\frac{1}{1\,2\,5\,1\,2}$, welches so wenig beträgt, daß die Ordnung der himmlischen Erscheinungen nichts dabey leidet. Doch bemerket man nach langer Zeit einen kleinen Fortgang der Puncte der Sonnenferne, das ist, man bemerket, daß, wenn in der Bahn ABM (Fig. 31.) der Punct der größten Entfernung von der Sonne A ist, der Punct A nicht unbeweglich sey, sondern nach vielen Jahren in D sich befinde. Setzen wir, daß ein anderer Laufstern, z. B. Jupiter in P sey, und Mars in A, so wird Mars sowohl gegen die Sonne S, als gegen den Jupiter P angezogen werden, wenn also Mars wegen der Wirkung der Sonne, die durch Am vorgestellet wird, den Bogen Fig. 31.

AG

AG beschrieben hätte, so wird er denselben in diesem Falle nimmer beschreiben können, sondern, weil die Wirkung der Sonne kleiner ist, und nun durch An vorgestellet wird, so wird er über den Bogen Ard weggehen, und nach vollendetem Umlaufe nicht mehr zu A, sondern zu einem anderen Puncte a zurückkommen. Bey dem zweyten Umlaufe wird er durch den Bogen arb gehen, u. s. f. bis endlich nach vielen Abirrungen, deren jede in sich selbst unmerklich ist, der Punkt A der Sonnenferne in D kömmt und der Raum zwischen A, und D merklich wird. Weil diese Verwirrung eine nothwendige Folge der bekannten Wirkungsart der Kräfte ist, so kann sie berechnet werden. Dahero geschieht es, daß, obgleich der Laufstern bey jedem Umlaufe eine neue Ellipse beschreibet, die Sternkündige dennoch sie also betrachten, als blieb sie die nämliche. Damit aber die Erscheinungen mit der Theorie übereinstimmen, so verändern sie nur die Lage eben derselben Ellipse. Denn, wann der Laufstern nicht mehr in A, sondern in D ist, so verrücken sie die ganze Ellipse um den nämlichen Brennpunct S so, daß die Apsidenlinie BA die Lage ED bekomme, und der Punct A in D übergehe. Ein unschuldiger Betrug, durch welchen man zugleich den wahren Ort des Laufsternes bekömmt, und die regelmäßigkeit der Bahn erhält.

Uebrigens gehört die Bestimmung der Verwirrungen bey einigen Laufsternen mehr zu der Pracht der Kunst, als zur Nothwendigkeit. Bey andern aber ist

sie

sie von einer Wichtigkeit. Denn Halley glaubte, daß die umläufige Zeit des Saturns innerhalb tausend Jahren um vier Tage gewachsen, des Jupiters aber innerhalb 2000 Jahren um 8 Stunden kleiner geworden sey, obschon dieß La Lande für allzuviel hält. Nachdem man aber dieses bemerket hat, verdiente es die Mühe nachzuforschen, ob nicht vielleicht eine eben so grosse Verschiedenheit in der Bewegung der Erde Statt fände. Wem aus den alten Astronomen wäre etwas solches nur eingefallen? Aber heut finden Sie in den allgemeinen Tabellen über die Sonnenbewegung besondere Tabellen, in welchen Gleichungen für jeden Grad der Länge vorkommen, welche die von dem Jupiter, und der Venus entstehenden Verwirrungen ausdrücken. Es giebt noch eine Gattung Ungleichheiten in den Laufsternen, oder vielmehr in den besondern Laufsternegebäuden, welche von den Nebenlaufsternen herkommen, und welche, weil sie uns näher angehen, nicht völlig müßen übergangen werden.

Die Ursache der Drehung der Laufsterne um ihre Achse.

Doch bevor wir weiter schreiten, muß ich Ihnen noch einen Zweifel heben. Sie begreifen nicht, wie aus den so oft bishero erwähnten Kräften jene Bewegung der Erde, und überhaupt der Laufsterne entstehen könne, kraft welcher sie sich um ihre Achse drähen? Ich will Ihnen die Sache in einem bekannten Beyspiele klar machen. Sie wissen Sich zu erinneren, wie oft es Ihnen bey dem Billardspiele wiederfahren, daß nach einem unglücklichen Stosse die Kugel zugleich auf

der Tafel fortgegangen, zugleich aber auch sich um sich selbst herumdrehete, und zwar um eine andere Achse, als um welche sie sich ohne dieß wegen der Reibung zu drehen pflegt. Diese doppelte, und den bey den himmlischen Körpern beobachteten, ganz ähnliche Bewegung entstand aus einem einzigen Stosse, und weil Sie in diesem Spiele geübet sind, so wissen Sie auch, daß diese Bewegung damals entstehe, wann die Richtung des Stosses nicht nach den Mittelpunct der Kugel, sondern nach einen außer dem Mittelpuncte gelegenen Punct gerichtet ist. Denn setzen Sie, die Kugel GMP
Fig. 32. (Fig. 32.) werde von der durch den Mittelpunct C gehenden Fläche PFGh, die man die Ebenersfläche nennen kann, geschnitten, und daß die Kugel einen Stoß nach der, auf der Fläche liegenden Richtung AP bekömmt, mit einer Gewalt, die durch P p ausgedrücket wird. Gienge die Richtung des Stosses durch den Mittelpunct C, so würde die Kugel nach eben dieser Richtung gleichförmig fortgehen, ohne eine andere Bewegung. Nun aber, weil Pp nach einen andern Punct P gerichtet ist, so wissen Sie schon, daß die Kraft P p in zwey andere muß aufgelöset werden, deren eine P C auf die Oberfläche der Kugel in P senkrecht ist, und folglich durch den Mittelpunct C durchgehet, die andere PE die Fläche berühret, und dem Puncte P eine Bewegung mittheilet, kraft welcher er in der Richtung PE von dem Mittelpuncte C wegzugehen trachtet mit einer Gewalt, die durch Ee ausgedrüket wird. Nun aber

hän-

hängen alle Theile in der Kugel zusammen, und derohalben wird P mit eben so grosser Gewalt Pr gegen den Mittelpunct zurückgezogen, als er von selben wegzugehen trachtet, und mithin muß er mit einer zusammengesezten Bewegung um den Mittelpunct sich drehen. Weil nun das nämliche von jedem Puncte des Umfanges der Fläche PFGh gilt, und weil überdieß alle Puncte der Kugel zusammen ein ganzes machen, so muß sich die ganze Kugel um die Achse MN drehen, derweil ihr Mittelpunct nach der Richtung PCH mit der Gewalt PC fortgehet. Wenn Sie diese Lehre auf die himmlischen Körper anwenden, so werden Sie deutlich sehen, daß alle ihre Bewegungen von den zweyen so oft erwähnten Kräften entstehen.

Achtes Hauptstück.

Von den besonderen Erscheinungen der Mondes-Bewegungen.

Bevor ich die Erscheinungen, welche bey der Bewegung des Mondes vorkommen, abhandle, will ich Ihnen das, was zum Monde gehöret, aus den Anfangsgründen der Astronomie des Herrn Abbts La Caille vor die Augen legen.

1) Der Mond vollendet einen Umlauf im Vergleiche mit den Ruhesternen in 27.T. 7.St. 43′. 12″.; im Vergleiche mit dem ersten Puncte des Widders in 27.T. 7.St. 43′. 5″. und dieser wird der **periodische Umlauf** genennet.

Der **synodische Umlauf** im Vergleiche mit der Sonne geschieht in 29.T. 12.St. 44′. 3″.

Der **erdförmige Umlauf** (anomalisticus) im Vergleiche mit der Erdferne (apogæum) in 27.T. 13.St. 18′. 34″..

2) Die **Felgenlinie**, oder die Linie, welche die Puncte der größten, und kleinsten Entfernung verbindet, vollendet einen Umlauf im Vergleiche mit dem ersten Puncte ♈ in 8 Jahren 309.T. 8.St. 20′.

3) Die **Knottenlinie** hat eine zurückkehrende Bewegung, und vollendet einen Umlauf im Vergleiche mit dem ersten Puncte ♈ in 18 Jahren, 224.T. 5.St.

4) Die Bahn des Mondes neiget sich auf die Erdbahn unter einem von 5° bis 5.° 18′ veränderlichen Winkel.

5) Der Abstand des Mondes von der Erde enthält, wenn er der größte ist, $64\frac{3}{4}$ Halbmesser der Erde, wenn er der kleinste ist, $55\frac{3}{4}$; der mittlere aber 60 $\frac{1}{2}$. Weil also der Halbmesser der Erde 860 teutsche Meilen enthält, so ist der mittlere Abstand des Mondes von 51600 teutschen Meilen beyläufig, das ist von 1032000000 Fuß.

6)

6) Weil nun die kleinste Entfernung der Sonne von der Erde 21626 Halbmesser der Erde enthält, so ist der Mond fast dreyhundert sechszigmal näher bey der Erde als die Sonne. Denn $\frac{21626}{60} = 360$ beyläufig.

7) Der Mond ist wenigstens fünfzigmal kleiner, als die Erde. Denn, weil sich der Durchmesser des Mondes zu dem Durchmesser der Erde verhält wie 3 : $11\frac{1}{7}$, so ist seine Größe zu der Größe der Erde wie 27 : $1384 = 1 : 51\frac{1}{4}$.

8) Der Mond drehet sich um seine Achse in 27.T. 7.St. 43'. 5'', welche Zeit mit seinem periodischen Umlaufe genau übereinstimmt.

9) Die Flecken des Mondes scheinen eine besondere Bewegung im Vergleiche mit dem Mittelpuncte zu haben, kraft welcher sie bald ihm sich nähern, bald von ihm sich entfernen. Diese Bewegung, weil sie nicht den Makeln eigen ist, sondern zu dem Körper selbst des) gehört, wird die **Schwenkung des Mondes** (libratio) genennet.

10) Wir werden hinführo die Puncte des **Ebensazes** (conjunctio) und des **Gegensazes** (oppositio) kurz **Sazpuncte**, die Linie aber, welche diese Puncte verbindet, die **Sazlinie** nennen. Das erste Viertel heißt der, zwischen dem Ebensaze, und Gegensaze in der Mitte gelegene Punct H, das zweyte Viertel der Punct K, welcher dem Monde bey seiner Zurück- Fig. 33.

kunft von dem Gegensaze zu dem Ebensaze am mittleren Wege vorkömmt. Die zwischen den Sazpuncten, und den Vierteln in der Mitte gelegenen Puncte L, i, k, s heißen die Achtel.

11) Die Bewegung des Mondes in den Sazpuncten ist sehr regelmäßig; aber in andern Puncten ist sie überaus veränderlich, doch so, daß die Gränzen dieser Veränderungen theils die Viertel, theils die Achtel sind.

12) Es muß endlich auch dieß vorausgesetzet werden, daß die Bewegung des Mondes nicht um den Mittelpunct der Erde, sondern um den gemeinschäftlichen Mittelpunct der Schwäre von der Erde, und dem Monde geschehe, um welchen nicht nur der Mond, sondern auch die Erde herumgehet. Doch, weil die Erscheinungen in einem sowohl, als im andern Falle die nämlichen seyn würden, wenn anders das Verhältniß der im ersten Falle nothwendigen Entfernung nicht ausser Acht gelassen wird, so nehmen die Sternkündige ohne eine Gefahr an, daß die Bewegung des Mondes um den Mittelpunct der Erde geschehe.

Dieses alles habe ich Ihnen auf einmal vor die Augen geleget, theils, damit nicht etwan eines, oder das andere, wenn es einzeln vorkäme, Ihrer Aufmerksamkeit entkäme, theils, damit Sie sähen, daß dieser Laufstern, welcher wegen seinen kleinen Abstand vielen Nutzen zu versprechen scheint, wegen der Unregelmäßigkeit seiner Bewegungen fast zu keinem Gebrauche sey.

sey. Wenn Sie aber dabey überlegen, was grossen, und schleunigen Fortgang die Theorie des Mondes in wenigen Jahren gemacht hat, so werden Sie es zulassen, daß die Lehre **Newtons** über diesen Himmelskörper gesieget hat. Aber wir wollen zur Sache schreiten.

Es ist erstens sicher, daß der Mond, wenn er nur gegen die Erde allein schwär wäre, in einer regelmäßigen Ellipse um sie herumgehen würde, die umläufigen Zeiten würden alle von gleicher Dauer seyn, die Puncte der Knotten, und der Erdferne, der Neigungswinkel würde allzeit der nämliche seyn u. s. w. Eben so gewiß ist es auch, daß, wenn der Mond, und die Erde mit gleicher Kraft, und in reimenden Richtungen gegen die Sonne gezogen würde, beyde Körper zwar um die Sonne herumgiengen, aber in ihren besonderen Bewegungen keine Veränderung leiden würden. Und hieraus ist es schon klar, daß alle die unregelmäßigen Bewegungen des Mondes daher kommen, daß er zu eben der Zeit, zu welcher er gegen den Mittelpunct der Erde schwär ist, auch gegen die Sonne gezogen wird, mit einer Kraft, welche weder die nämliche Richtung, weder das nämliche Maaß mit derjenigen Kraft hat, mit welcher die Sonne gegen die Erde wirket; und hieraus folget weiter, daß die **verwirrende Kraft** nicht die ganze auf den Mond wirkende Sonnenkraft, sondern nur derjenige Theil eben derselben sey, um welchen der Mond mehr, oder weniger als die Erde gegen die Sonne angezogen wird. Die Wirkung von dieser Kraft

Was ist die verwirrende Kraft?

ist zweyerley, und, was wunderbar scheinen könnte, eine der andern entgegen gesetzet, aus welcher Ursach sie auch in zwey Kräfte eingetheilet wird, deren eine die Schwäre des Mondes gegen die Erde beständig vergrößeret, die andere eben dieselbe Schwäre beständig vermindert, die Geschwindigkeit aber bald vergrößeret, bald vermindert.

Damit wir in dieser Sache alle Verwirrung vermeiden, wollen wir annehmen, daß der Mond eine kreisförmige Bahn, und zwar selbst in der Fläche der Sonnenbahn beschreibe, welches zwar mit den Erscheinungen keineswegs übereinstimmet, aber zu dem nützlich seyn wird, daß wir uns desto leichter einen Begriff von den Ungleichheiten der Bewegung machen können, welche sich wirklich ereignen. Es sey die Sonne in S (Fig. 33.), die Erde in T, der Bogen HK, welcher für eine gerade Linie kann angesehen werden, stelle einen Theil der Erdbahn vor, der Kreis EHFK sey die Bahn des Mondes, und der Mond erstens in L. Weil die Kraft, mit welcher die Sonne den Mond von der Erde wegzuziehen trachtet, in der Richtung SL, welche auf die Richtung LT der zu dem Mittelpunct der Erde trachtenden Kraft schief ist, wirket, so kann, und muß sie in zwey andere Kräfte aufgelöset werden, derer eine den Mond gegen die Erde zurückziehet, und in jedem Puncte der Bahn mit den Linien LT, IT ausgedrücket wird, die andere aber allzeit mit TS das ist mit der Richtung der, auf die Erde selbst wirkenden Kraft,

Fig. 33.

rei-

reimend ist. Es sind also zwey Kräfte, welche die regelmäßige Bewegung des Mondes verwirren; die eine vergrößert die Kraft der Schwäre gegen den Mittelpunct der Erde, und weil sie durch LT, das ist, durch den Halbmesser der Mondbahn vorgestellet wird, so ist sie eine beständige Kraft, die andere ist überaus veränderlich, und wirket nur in solchen Umständen, in welchen wegen ungleichen Entfernungen des Mondes, und der Erde von der Sonne die Wirkung der Sonne auf den Mond größer, oder kleiner ist, als auf die Erde. Sie wird allzeit durch eine mit TS reimende Linie Lq vorgestellet, welche so viel gilt als 3 TD, das ist, so viel, als dreymal der Unterschied der Entfernungen der Erde, und des Mondes von der Sonne beträgt. (a)

(a) 33) Setzen wir, daß die Kraft der Sonne auf die Erde durch die Linie ST ausgedrückt wird, so wird seyn ST zu der Kraft der Sonne auf den Mond, wie $\frac{1}{ST^2} : \frac{1}{SL^2} = SL^2 : ST^2$.

Man verlängere also SL, und suche auf ihr zwey mit SL, und ST, oder weil wegen der grossen Entfernung der Sonne ST und SI für reimend, und gleich groß können angesehen werden, mit SL, und SI in ununterbrochenem Verhältnisse fortgehenden Linien SO, und SN; es wird also seyn SL: SI: SO: SN, mithin SI: SN $= SL^2 : SI^2 = \frac{1}{ST^2} : \frac{1}{SL^2}$.

Wenn also ST die Kraft der Sonne auf die Erde vorstellet, so wird SN die Kraft der Sonne auf den Mond vorstellen. Löset man die Kraft SN auf, so ist NM = LT die Kraft,

durch

Weil nun die Kraft LT eine beständige Kraft ist, so würde aus ihrer Wirkung nichts anders folgen, als daß die Bahn des Mondes kleiner, und die umläufige Zeit kürzer würde, als sie ohne die Wirkung der Sonne wäre. Die Kraft Lq aber ist veränderlich, und wirket auf die Richtung der Kraft LT schief, folglich muß sie weiter in zwey Kräfte aufgelöset werden, nämlich in Lr, die der Kraft LT entgegen wirket, und den Mond von der Erde zu entfernen suchet, und in mn, oder rq, welche den Mond immer zu der Linie ST ziehet, und, weil sie mit der Richtung der Wurfskraft bald übereinstimmet, bald wieder ihr entgegen gesetzet ist, die Geschwindigkeit des Mondes bald vermehret, bald vermindert.

Sie

---

durch welche die Schwäre des Mondes gegen die Erde vergrößeret wird, MS aber die Kraft, mit welcher der Mond gegen die Sonne angezogen wird. Weil also ST die Kraft der Sonne auf die Erde ist, so wird SM — ST = TM, oder (weil LN, und SM, wie auch LT, und NM Reimelinie sind) = LN die verwirrende Kraft seyn. Weil nun ist SN : SI = $SI^2 : SL^2$, so wird seyn SN — SI : SI = $SI^2 - SL^2 : SL^2$; es ist aber SN — SI = NI, und $SI^2 = SL^2 + 2\,SL \times LI + LI^2$, also NI : SI (= SL + LI) = $SL^2 + 2\,SL \times LI + LI^2 - SL^2 : SL^2$, mithin $NI = 2\,LI + \frac{3\,LI^2}{SL} + \frac{LI^3}{SL^2}$. Nun ist LI im Vergleiche mit SL fast unendlich klein, und darum können die letzten zwey Brüche ausgelassen werden, und mithin ist NI = 2 LI; Es ist aber LI = OI : folglich auch LI = NO, und daher NL = 3 LI = 3 TD.

Sie kennen also die Kräfte. Sehen wir nun die Wirkungen, die aus ihnen entstehen müßen. Es sey der Mond erstens in K, das ist, in dem ersten Viertel. Weil TS, und KS zwey Halbmesser des nämlichen Kreises HTK sind, so sind die Kräfte der Sonne auf die Erde, und auf den Mond, welche sich allzeit wie $\frac{1}{TS^2} : \frac{1}{KS^2}$ verhalten, untereinander gleich, und folglich ist in K keine verwirrende Kraft, mithin verschwinden auch die Kräfte Lr und rq, und es bleibt nur allein die Kraft LT übrig. Es geschieht also in den Vierteln keine andere Veränderung, als daß die Schwäre des Mondes gegen die Erde vergrößeret wird durch einen Zuwachs, der sich verhält, wie gerade der Abstand des Mondes von der Erde, und wie umgekehrt der Cubus der Entfernung der Erde von der Sonne. (a)

Wenn der Mond von K gegen F gehet, so wird seine Entfernung von der Sonne kleiner, als die Entfernung der Erde ist, und mithin wird die Kraft größer; in allen also Puncten giebt es eine verwirrende Kraft Lq,

oder,

(a) 34) Denn wegen der Aehnlichkeit der Drevecke SLT, SNM ist SL : LT = SN : NM, daher $NM = \frac{LT \times SN}{SL}$, es ist aber $SN = \frac{1}{SL^2}$, also $NM = \frac{LT}{SL^3}$. Weil nun in den Vierteln $SL = ST$, so ist $NM = \frac{LT}{ST^2}$.

oder, was das nämliche ist, eine Kraft lr, und wieder eine Kraft rq; weil also die Kraft lr der Kraft L T überall entgegen gesetzet ist, so ist es klar, daß die Schwäre des Mondes gegen die Erde von dem Viertel angefangen bis zu dem Ebensaze in F überall verminderet werde.

In F wirket die Kraft lq nicht mehr in einer schiefen Richtung, sondern gerade wider die Kraft FT, und ist = 3 FT. Weil also die Kraft LT von der ihr entgegen gesezten Kraft 3 FT einen ihr selbst gleichen Theil vernichten muß, so ist die ganze Kraft in F, mit welcher der Mond von der Erde sich zu entfernen trachtet = 2 FT, das ist, zweymal dem Halbmesser gleich.

Von F wächst die verwirrende Kraft stuffenweise ab, bis sie in H wieder völlig verschwindet. Alles das nämliche kömmt in der anderen Hälfte der Bahn wieder vor. Aus diesem, was wir nun gesehen, machen Sie Sich diese Regel: **Der Abnahm der Schwäre des Mondes gegen die Erde ist in den Sazpuncten zweymal so groß, als der Zuwachs eben derselben in den Vierteln, folglich ist die Schwäre des Mondes gegen die Erde in den Vierteln die größte, und die kleinste in den Sazpuncten.**

Und weil die verwirrende Kraft Lq von dem Viertel K angefangen, wo sie nichts ist, bis in F, wo sie = 2 FT ist, immer wächst, so ist nothwendig

zwi-

zwischen K, und F ein Punct I, in welchem derjenige Theil der verwirrenden Kraft, der die Schwäre vermindert, genau so groß ist, als die ihm entgegen gesetzte Kraft LT; und in diesem Puncte I wird der Mond keine andere Kraft verspühren, als nur jene, mit welcher er an die Erde gezogen würde, wenn die Sonne gar nichts wirkete. Dergleichen Puncte, deren eines in jedem Viertel der Bahn gelegen seyn muß, stehen von den Vierteln 35°. 16′, und folglich von den Syzigien 54°. 44′. (a)

Wir haben bishero nur die zwey Kräfte LT und Lr betrachtet. Die dritte nun, welche durch rq vorgestellet wird, ziehet den Mond beständig gegen die Linie ST und zwar in der Richtung der Tangente; Es wird also aus dieser Ursache, weil die Richtung rq bey dem

Ueber-

(a) 35) Weil in diesem Puncte die den Mond von der Erde abziehende Kraft, der, die Schwäre vermehrenden Kraft gleich ist, so ist Lr = LT. Es ist nun wegen der Aehnlichkeit der ΔΔ ILT, und Lrq (denn wegen der erstaunlichen Entfernung der Sonne ist SN zu TS reimend, und folglich liegt Lo auf LI) LT: LI = Lq. (= 3 LI):

Lr (= LT), mithin $LT^2 = 3\,LI^2$, und $\sqrt{LT^2} = \sqrt{3\,LI^2}$ folglich LT: LI = $\sqrt{3}$: 1, das ist, wenn LT für den Halbmesser angenommen wird, so ist der Halbmesser zu der Bogenhöhe des Winkels ITL = $\sqrt{3}$: 1, welche die Bogenhöhe von dem Winkel 35 • 16′ ist.

Uebergange des Mondes von K zu F mit der Richtung des Mondes selbst übereinstimmet, die Geschwindigkeit des Mondes in diesem ganzen Viertel vergrößeret, und, weil die Richtungen von F bis H sich entgegen gesetzet sind, in dem zweyten Viertel verminderet. Und weil dieses in dem andern Theile der Bahn eben so geschieht, so haben wir diese allgemeine Regel: Die Geschwindigkeit des Mondes wird bey dem Uebergange von den Vierteln zu den Sazpuncten allzeit vermehret, und von den Sazpuncten zu den Vierteln immer verminderet. (a)

Und

(a) 36) Wenn man den Punct L, oder den Winkel LTF bestimmen will, in welchem die Kraft, welche die Geschwindigkeit des Mondes am meisten vergrößeret, oder verminderet, die größte ist, so verlängere man die Linie q L bis in i, Man ziehe die Linie i T, und lasse von i auf LT die senkrechte Linie i x fallen, welche nothwendig mit r q, wie auch L i mit FE reimend seyn wird; Es ist also r q : i x = L q : L i = 3 Lo : 2 Lo = 3 : 2, Dahero ist r q = $\frac{3}{2}$ i x = $\frac{3}{2}$ von der Bogenhöhe des Winkels i T x; Es ist aber der Winkel i T x ein äußerer Winkel im Vergleiche mit i L T, L i T, folglich i T x = i L T + L i T, und L i T = i L T wegen i T = L T, und i L T = LTF, also r q = $\frac{3}{2}$ der Bogenhöhe des doppelten Winkels L T F, oder der Absönderung (elongatio) des Mondes von der Sonne, Es wird also r q damals die größte seyn, wenn i x der Halbmesser ist, oder i x T ein gerader Winkel, das ist (weil i x T = 2 L T F) wenn der Winkel L T F von 45° ist, folglich ist die Kraft r q in Achteln die größte.

Und dieses ist kurz die Theorie des Mondes. Die Erklärung der Erscheinungen, welche ich als pure Folgen der itzt erwähnten Lehre vortragen werde, folget nun von sich selbst. Es folget also

Erstens: Daß die Bahn des Mondes weder ein Kreis, noch eine Ellipse sey. Daß sie kein Kreis sey, ist ohne dieß klar, so bald es sicher ist, daß die Mittelpunctskraft eine veränderliche Kraft ist. Eben so bald begreifen Sie, daß sie auch keine Ellipse sey, wenn Sie Sich nur erinneren, daß die Schwäre des Mondes gegen die Erde bald vergrößeret, bald verminderet wird, und zwar um eine Quantität, die wir bishero durch LT vorgestellet haben. (a) Weil also die Schwäre des Mondes ohne die Wirkung der Sonne $\frac{1}{LT^2}$ wäre, so ist sie itzt $\frac{1}{LT^2} + LT$. Sie wissen aber, daß zur Beschreibung eines aus den Kegelschnitten eine Mittelpunctskraft nothwendig sey, welche sich verhält, wie umgekehrt die Vierecke der Entfernungen, und folglich ist die Bahn des Mondes keine Ellipse.

Die Figur der Mondesbahn.

2).

(a) 37) Denn es ist die Kraft NM in dem Puncte L wie $\frac{LT}{SL^3}$ (34) und in jedem andern Puncte O, wie $\frac{OT}{SO^3}$, also die Kraft in L, zur Kraft in O, wie $\frac{LT}{SL^3} . \frac{OT}{SO^3}$, oder weil SL, und SO wegen der erstaunlichen Entfernung der Sonne gleich sind, wie LT: OT.

2.) Daß die Bahn des Mondes eine krumme Linie sey, deren grosse Achse durch die zwey Viertel, die kleine aber durch die Sazpuncte gehet. Denn, weil die Geschwindigkeit des Mondes in den Sazpuncten die größte, die Kraft der Schwäre aber die kleinste ist, so wird der Mond nahe, und in den Sazpuncten selbst einen größeren Bogen zur nämlichen Zeit durchlaufen, und weniger von der Richtung der Tangente gegen den Mittelpunct der Erde abgeleitet werden, als in den Vierteln, mithin ist die Krümmung der Bahn in den Vierteln die größte, und in den Sazpuncten die kleineste, und folglich gehet die grosse Achse durch die Viertel, und die kleine durch die Sazpuncte. Halley glaubte nach vielen Beobachtungen, daß das Verhältniß der Entfernungen in den Sazpuncten, und in den Vierteln sey, wie $44\frac{1}{2}$: und $45\frac{1}{2}$, oder am nächsten, 69: 70, wie es Simpson bestimmet hat.

Die umläufige Zeit des Mondes ist von ungleicher Dauer.

3). Die Dauer eines periodischen Umlaufes des Mondes ist größer, wenn die Erde in der Sonnennahe ist, das ist, im Winter, als wenn sie in der Sonnenferne ist, oder im Sommer. Denn, wenn die Erde in der Sonnennahe ist, so ist die Schwäre sowohl der Erde, als des Mondes gegen die Sonne größer, mithin ist im Widerspiele die Schwäre des Mondes gegen die Erde kleiner, sie wird also von der Erde sich weiter entfernen, und eine größere Bahn beschreiben. Es ist aber der Viereck

der

der periodischen Zeit des Mondes, wie gerade der Cubus der Entfernung, und wie umgekehrt die Kraft, (a) also ist die periodische Zeit die größte in der Sonnennahe der Erde.

4.) Die Folgenlinie hat eine gerade Bewegung nach der Ordnung der Himmelszeichen, und vollendet einen ganzen Umlauf in 8. Jahren, 309 Tagen, und 8 Stunden. Denn, weil die Schwäre des Mondes gegen die Erde bald größer, bald kleiner ist, als im Verhältnisse der Vierecke der Entfernungen umgekehrt, so ist die Bahn keine Ellipse, sondern eine sehr veränderliche krumme Linie; doch größerer Bequemlichkeit halber nehmen wir an, als

Bewegung der Folgenlinie.

K wäre

(a) 38) Man nenne die umläufige Zeit des Mondes T, und die Kraft V, so ist (12) $T^2 = \frac{LT}{V}$; wenn also LT unveränderlich ist, so ist $T^2 = \frac{1}{V}$, daß ist, wenn der Halbmesser unveränderlich ist, so ist der Viereck der Zeit, wie umgekehrt die Kraft.

Im Falle, daß der Halbmesser veränderlich, die Bahn aber doch regelmäßig, und folglich die Kraft $= \frac{1}{LT^2}$ wäre, so würde $T^2 = LT^3$ seyn. Wenn also sowohl der Halbmesser, oder die mittlere Entfernung, als auch die Kraft veränderlich ist, so ist nothwendig $T^2 = \frac{LT^3}{V}$.

wäre die Bahn eine Ellipse, welche dem Monde in seinen verschiedenen Ungleichheiten gleichsam auf den Fuß nachfolget, und daher ist es nothwendig, daß die Felgenlinie beweglich sey, und bald voraus, bald wieder zurückgehe. Sie hat eine rechtläufige Bewegung, wann der Mond in den Sazpuncten ist, und eine rückläufige, wann er in den Vierteln sich aufhält. Denn es sey die Erde in T, die Sonne in S, die Bahn des Mondes AEBP, der Mond sey in dem Viertel P in der 34ten und in dem Gegensaze E in der 35sten Figur. Weil die Schwäre gegen die Erde in den Vierteln die größte ist, die Geschwindigkeit aber die kleinste, und im Widerspiele in den Sazpuncten die Geschwindigkeit die größte, die Kraft aber die kleinste, so muß der Mond im ersten Falle der Erde sich mehr nähern, als er es in der Ellipse thun würde, und folglich eine mehr gegen die Erde gekrümte Linie Paq, als PAE ist, beschreiben, im zweyten Falle aber muß er sich von der Erde mehr entfernen, und eine weniger gekrümmte Linie EaL, als EAB ist, beschreiben, wenn man also seiner Bewegung mit der Ellipse nachfolget, so bekömmt sie im ersten Falle die Lage PaqbP, und im zweyten die Lage EaL, und man sieht schon, daß dort der Punct der größten Entfernung in a zurückgewichen, hier aber bis a vorgerücket ist.

Fig. 34. & 35.

Weil aber vier Puncte in der Laufbahn des Mondes sind, in welchen an der ordentlichen Mittelpunctskraft nichts veränderet wird, diese Puncte aber von den

Vier-

Vierteln auf 35°. 16′, und von den Sazpuncten auf 54°. 44′ abstehen, so ist es klar, daß in jedem Viertheile der Bahn die rechtläufige Bewegung über einen Bogen von 54°. 44′, die zurückgehende aber über 35°. 16′ sich erstrecke, folglich die rechtläufige Bewegung 218°. 56″ die ruckläufige 141°. 4′ der Bahn einnehme, und mithin ist im ganzen die Bewegung der Felgenlinie eine rechtläufige Bewegung. **Machin** hat die jährliche mittlere Bewegung des Punctes der Erdferne aus den Gesetzen der Schwäre auf 40°. 40′. 40½″ bestimmet. Seine Bestimmungsart hat **Walmesley** zu erklären gesuchet, aber **Simpson** behauptet, daß in dieser Bestimmungsart die Kräfte, die wir (in der 33ten Figur), durch rq vorgestellet haben, ausser Acht sind gelassen worden. Aber dieß, und noch andere Betrachtungen können von uns übergangen werden.

5.) **Die Knottenlinie weichet zurück, und vollendet einen ganzen Umlauf im Vergleiche mit dem ersten Puncte ♈ in 18 Jahren, 224 Tagen, 5 Stunden.** Um diese Erscheinung zu erklären, müßen wir nothwendig annehmen, daß die Bewegung des Mondes, wie sie in der That geschieht, in einer auf die Sonnenbahn geneigten Bahn geschehe. Es sey also (Fig. 36.) LM der Durchschnitt der Mondesbahn, TS der Durchschnitt der Sonnenbahn, T ein Knotten, der Mond in L, und seine Bewegung geschehe von L gegen T. Weil die Sonne in der Fläche der Sonnenbahn in S ist, so ist die Kraft LS ganz auser der Fläche der Mondesbahn LM, auf welche sie Fig. 36.

schief aufliegt. Sie wissen schon aus den Grundsäzen der Zusammensetzung, und Auflösung der Kräfte, daß die Neigung der Bahn LT auf die Sonnenbahn TL, und folglich der Ort des Knottens T muß veränderet werden. Weil die Vorstellung der verschiedenen Linien, mit welchen wir die Kräfte auszudrücken pflegen, auf dem Papiere ohne Verwirrung kaum vorgestellet werden kann, so behalte ich die Erklärung von dieser Erscheinung meinen Vorlesungen vor.

6.) **Die Neigung der Mondesbahn auf die Sonnenbahn muß immer veränderet werden.** Die Sache braucht keinen neuen Beweis. Es verdienet aber, als eine Folge von dieser Erscheinung bemerket zu werden, daß die Achse TN der Mondesbahn um die Achse der Sonnenbahn TC in 18 Jahren, 224 Tagen, 5 Stunden eine kegelförmige Oberfläche beschreibet. Aber dieß ist von sich selbsten schon klar genug.

Neuntes Hauptstück.

Von der Vorausgehung der Nachtgleichen, und der Wankung der Erdachse.

Nachdem Sie die Verschiedenheit der Bewegungen bey dem Monde betrachtet haben, so fällt Ihnen der Zweifel bey, ob nicht vielleicht unsere Erdkugel wegen der grossen Nachbarschaft des Mondes etwas davon

leiden

leiden müße. Ihr Zweifel ist wohl gegründet. Ja, nicht einmal die erstaunliche Entfernung der Sonne kann die Erde von ihrer Gewalt in Sicherheit stellen. Wir wollen am ersten von der Wirkung der Sonne reden.

Ursache der Vorausgebung der Nachtgleichen.

Bilden Sie Sich ein, es bewegen sich mehrere dem Monde ähnliche Körper L, L, L, &c. (Fig. 37.) in gleichen Entfernungen, und in einer auf die Sonnenbahn Nn geneigten Bahn um die Erde T herum, und Sie stellen Sich alsobald alle die nämlichen Ungleichheiten der Bewegung bey jedem dieser Körper vor, die Sie bey dem Monde betrachtet haben. Bilden Sie Sich weiter ein, die Zahl der Körper L werde so vermehret, daß sie einen ununterbrochenen dichten Ring um die Erde ausmachen; weil ein jeder Theil dieses Ringes den nämlichen Ungleichheiten unterworfen wäre, welchen ein jeder Körper L, so ist es klar, daß sie der Ring selbst erfahren müße; es wird also seine Neigung auf die Sonnenbahn veränderlich seyn, und folglich seine Achse um die Achse der Sonnenbahn eine kegelförmige Oberfläche beschreiben, seine Knotten N und n werden zurückweichen, mit einem Worte, er wird alle die Veränderung verspühren, welcher die Bahn des Mondes unterworfen ist. Bilden Sie Sich endlich ein, daß der Halbmesser des Ringes TP immer kleiner, und endlich dem Halbmesser der Erde selbst Tp gleich werde. Sie sehen schon, daß in diesem Falle die unregelmäßigen Bewegungen fast in eben dem Verhältnisse geringer werden, in welchem der Halbmesser verminderet wird,

Fig. 37.

aber doch niemals so klein werden, daß sie nicht sollten beobachtet werden können.

Was ich itzt mehr erdichtet, als etwas wahrscheinliches angenommen zu haben scheine, das schickt sich genau auf unsere Erdkugel. Sie wissen, daß unsere Erde keine Sphäre, sondern ein elliptoischer Körper sey, so daß der Durchmesser des Ebeners AB (Fig. 38.) größer ist, als die Achse Pp. Nehmen wir nun an, daß um die Achse Pp eine Sphäre PDpE beschrieben wird, so giebt ihren Ebener DE eine dichte Rinde EPDpBPAp um, welche ober dem Ebener am meisten erhöhet ist, und gegen die beyden Pole allgemach dünner wird, so daß man ohne eine Gefahr zu fehlen annehmen kann, daß die ganze Rinde nur einen Ring um den Ebener ausmacht. Da haben Sie nun einen nicht mehr erdichteten, sondern wirklichen Ring um die Erde, aus welchem Sie erkennen können, daß nichts so geringes in der Natur ist, welches nicht aller Aufmerksamkeit würdig wäre, und daß oft die Ursache der wichtigsten Erscheinungen in Dingen gelegen ist, die wir, als wären sie sehr gering, zu übergehen pflegen.

Fig. 38.

Wäre unsere Erde eine durchaus gleichförmige Sphäre, so würde die Kraft der Sonne nicht anders in sie wirken, als wenn ihre ganze Masse in dem Mittelpuncte vereiniget wäre; wir können also annehmen, daß die Masse der Sphäre PDpE in dem Puncte C versamlet wäre, und wir haben folglich, so wie wir

es

es in der 37sten Figur gehabt haben, einen dichten, und freyen Ring um den Mittelpunct der Erde C, dessen Halbmesser der Halbmesser der Erde ist, und der folglich alle die Veränderungen erfahren muß, denen die Bahn des Mondes unterworfen ist, mit dem Unterschiede allein, daß die Größe der Wirkung unvergleichlich kleiner seyn wird. Weil also die Wirkung der Sonne allzeit die nämliche ist, es sey daß die Sphäre PDpE so, wie sie ist, verbleibet, oder in dem Mittelpuncte alleine vereiniget ist, so wird der dichte den Ebener umfassende Ring allzeit Unregelmäßigkeiten verursachen. Es wird also seine Neigung auf die Sonnenbahn bald größer, bald kleiner seyn, seine Knotten, welche die Nachtgleichepuncte selbst sind, werden eine zurückkehrende Bewegung haben, und seine Achse, das ist, die Achse der Erde selbst wird eine kegelförmige Oberfläche um die Achse der Sonnenbahn beschreiben. Sie bemerken schon, daß, weil der Ring an der Erde fest haftet, und unmöglich sich bewegen kann, ohne daß die ganze Kugel Theil daran nimmt, alle diese Veränderungen auf die Erdkugel selbst sich erstrecken, und nur um so viel kleiner sind, um wie viel die Masse der Erdkugel größer ist, als die Masse des Ringes allein. Es würde mit allen dem die Wirkung der Sonne fast unmerklich seyn, wenn nicht auch der Mond das seinige, und zwar in größerem Maaße beytrüge. Die Bahn des Mondes ist auf den Ebener geneigt, und Sie müßen Sich folglich die Wirkungsart sowohl, als die daraus entstehende Wirkung selbst völlig so vorstellen, wie wir sie an der Sonne betrachtet haben.

Und aus diesem entstehet nun jene merkwürdige Erscheinung, welche die **Vorausgehung der Nachtgleichen** genennet wird, und in dem bestehet, daß die Nachtgleichenpuncte wider die natürliche Ordnung der Himmelszeichen zurückweichen. Ihre Größe ist wegen der Unbeständigkeit des Mondes sehr veränderlich; sie ist niemals über 58″, und niemals unter 43″ in einem Jahre, zwischen welchen Gränzen sie so verändert wird, daß sie von dem einen zu den andern in einem Zeitraume von beyläufig 19 Jahren kömmt. Und diese ist eben die Period der Knotten des Mondes, wie wir oben gesehen haben. Wir nehmen eine mittlere Vorausgehung an von 50″, welche in 72 Jahren einen Grad ausmacht, und folglich den ganzen Umfang eines Kreises in 25920 Jahren durchgehet; diese Period hat man das **grosse, oder platonische Jahr** genennet.

Die Uebereinstimmung der Beobachtung mit der Theorie.

Aber wir wollen, um die Sache in ein größeres Licht zu setzen, unsere Betrachtungen mit den Wahrnehmungen der Alten vergleichen. **Hipparch** hat der erste bemerket, daß die Längen der Ruhesterne, oder, was das nämliche ist, ihre Abstände von dem Nachtgleichepuncte des Frühlinges größer sind, als sie sowohl in dem Verzeichnisse des **Tymocharis**, oder auf der Sphäre des **Eudox**, welche 230 Jahre vor **Hipparchen** gemacht war, vorkamen. Halten wir die Beobachtungen **Hipparchs** mit den unserigen zusammen, so finden wir einen sehr merklichen Unterschied in der Länge der Sterne. Also z. B. war die Länge der Aehre der Jungfrau zur Zeit **Hipparchs**, das

ist,

ist, 128 Jahre vor Christi Geburt 5 Zeichen, 24°. 0′; Ihre Länge für das 1771ste war 6 Zeichen 20°. 36′, der Unterschied ist 26°. 36′, und folglich sind die Ruhesterne innerhalb 1899 Jahren in der Länge 26°. 36′, gewachsen, welcher Raum, wenn er in 1899 Theile gescheidet wird, einen Raum von 50″⅔ für die Bewegung in die Länge in einem Jahr giebt. **Gaubil** macht in seinen Anmerkungen über das von ihm übersetzte Chinesische Buch **Schu-king** aus den dort angeführten Oertern der Ruhesterne den Schluß, daß sie von selber Zeit bis auf das Jahr 1700 mehr als 56° in der Länge fortgegangen sind, woraus denn folgen würde, daß der König **Yao** vor 3900 Jahren, das ist, 2200 Jahre vor Christi Geburt regieret hat. Aber damit Sie nicht vielleicht wider die Beobachtungen der alten Astronomen eine Ausnahme machen können, so wollen wir uns bey **Tychons** Beobachtungen, welche der grosse **Kepler** so hoch geschätzet, und welche noch heute in grossem Werthe sind, halten; Vergleichen wir sie mit den unsrigen, so erhellet klar, daß der Unterschied der Längen für einen Raum von 185 Jahren, die vom Jahre 1586 bis 1771 verflossen, von 2°. 35′. 5″ sey, welches in 185 Theile gescheidet 50″⅓⅐ für die Bewegung in die Länge auf ein Jahr giebt, das ist, fast das nämliche, als wir oben gefunden haben.

Wenn Sie dieß hören, so denken Sie bey Sich selbst also: Weil es gewiß ist, daß die Entfernung der Ruhesterne von dem Nachtgleichepuncte des Lenzes gegen

Osten immer größer wird, so ist eines aus beyden nothwendig, entweder daß die Sterne eine wirkliche Bewegung gegen Osten haben, so, daß sie in einem Jahre über 50″ weggehen, oder daß der Nachtgleichepunct eben so viel gegen Westen zurückweichet; Nun aber, es ist gar nicht wahrscheinlich, daß alle Ruhesterne gegen die nämliche Seite, mit der nämlichen Geschwindigkeit, ohne ihre Entfernungen unter einander zu veränderen, sich bewegen, also gehet der Nachtgleichepunct zurück. Sie wissen aber, daß dieser Punct in der himmlischen Sphäre nur ein eingebildeter Punct ist, mithin ist diese Bewegung nicht in dem Himmel, sondern, was wir gleich Anfangs gesaget haben, in der Erdkugel allein.

Aus diesem machen Sie nun folgende Schlüße:

1) Daß, weil die Sonnenbahn unbeweglich ist, die Fläche des Ebeners, und folglich die Achse der Erde sich bewegen müße, so, daß sie um die Achse der Sonnenbahn eine kegelförmige Oberfläche, ihr äußerster Punct aber, oder der Pol einen Kreis um den Pol der Sonnenbahn beschreibt. Derohalben wenn die Fig. 39. Achse (Fig. 39.) zur Zeit Hipparchs die Lage CP gehabt hat, so wird ihr äußerster Punct itzt nimmer in P, sondern in E seyn, so, daß der in dem Umfange des Kreises PEFW beschriebene Bogen PE = 26°. 36′ ist. Aus dem denn nothwendig folget, daß der Polstern, und selbst der Pol immer veränderlich sey.

2)

2) Daß sowohl der Scheidekreis der Sonnenwende, das ist, der **Sommerkreis** (colurus solstitialis) als der Scheidekreis der Nachtgleiche, das ist, der **Lenzkreis** (colurus æquinoctialis) immer veränderlich sey. Denn setzen Sie, der Pol sey zur Zeit Hipparchs in P, der Lenzkreis P Y Π, der Sommerkreis WOPXA gewesen, in welchem die Sterne P und X gelegen waren. Weil die Länge der Sterne von selber Zeit um 26°. 36′ gewachsen, so ist es klar, daß die zwey Sterne itzt von dem Sommerkreise 26°. 36′ gegen Osten entfernet sind, und daß folglich dieser Scheidekreis eben so viel gegen Westen zurückgewichen ist; er muß also heut die Lage OEYB haben, und der Sonnenwendepunct ist nimmer in A, sondern in B. Weil nun die Nachtgleichepuncte von den Sonnenwendenpuncten allzeit auf 90° entfernet sind, so ist nothwendig der Nachtgleichepunct des Lenzes in L, und nicht mehr in V, und der Lenzkreis KEL.

3) Daß die Zeichen des Thierkreises um einen Grad in 72 Jahren zurückweichen, und daß folglich die Erde, weil ihre jährliche Bewegung nach der Ordnung der Himmelszeichen geschieht, eher zu dem Nachtgleichepuncte des Lenzes zurückkömmt, als sie einen ganzen jährlichen Umlauf vollendet hat.

4) Daher ist der Unterschied zwischen den Himmelszeichen des **sichtbaren**, und des **eingebildeten** (rationalis) Thierkreises entstanden. Denn, weil der Nachtgleichepunct des Lenzen zu Hipparchs Zeiten nahe an dem lichten Sterne des Widders war, so hat

man

man dieses Gestirn für das erste Himmelszeichen angenommen. Weil aber der Nachtgleichepunct von dieser Zeit her um 26°. 36′ gegen Westen zurückgegangen ist, so fällt das Himmelszeichen des Widders, welches auch wir für das erste beybehalten, nimmer auf das Gestirn des Widders, sondern auf das Gestirn der Fische. Es ist also der eingebildete Widder in den scheinbaren Fischen, der eingebildete Stier in dem scheinbaren Widder u. s. w.

f) Endlich, daß von Hipparchs Zeiten keine geringe Veränderung in der Folge der Jahrszeiten vorgegangen sey. Denn, weil der Nachtgleichepunct des Lenzen um 26°. 36′ mehr gegen Westen liegt, als er damals gelegen war, die Sonne aber in einem Tage beyläufig über einen Grad weggehet, so fängt der Lenz itzt fast um 26 Tage früher an als zu Hipparchs Zeiten. Dieser Unterschied ist noch nicht so groß, daß er uns in Erstaunen setzen kann. Aber nach vielen Jahrhunderten wird man mit Verwunderung erfahren, daß man schon reife Früchte von den Bäumen abnehmen wird, zu einer Zeit, zu welcher wir erst die Blüthen sehen. Denn setzen Sie, daß der Pol um einen halben Kreis, das ist, um 180° zurückweiche, so wird der Nachtgleichepunct des Lenzen von dem ersten Puncte des Widders eben so viel entfernet seyn, und auf den ersten Punct der Wag, und folglich die Nachtgleiche des Lenzen auf den 23ten September fallen. Wollen Sie das Alter der Welt für jene Zeit wissen, so sagen Sie, 1° : 72 = 180° : 12960; Man wird also das 14731 Jahr nach Christi

Christi Geburt zählen. So gar der Himmel wird viel ein anderes Ansehen haben, als er itzt hat. Denn es stelle der Kreis PDHF (Fig. 40.) den durch die Welt- Fig. 40.
pole P und π, und durch den Pol der Sonnenbahn durchgehenden Sonnenkreis vor, HCI sey der Sehekreis von Wienn, Pπ die Achse der Welt, und L, G, D, O seyn einige Sterne. Es ist klar, daß der Stern P, oder der nahe an P gelegene, und sogenannte Polstern unbeweglich zu seyn scheinet, der Stern O beschreibet einen ganzen ober den Sehekreis gelegenen Kreis Oo, und gehet niemals unter, die Sterne D und P gehen auf und nieder in den Puncten n, und m, der Stern L, und überhaupt alle tiefer als L gelegene Sterne, deren Abweichung über 42° beträgt, kommen niemals über den Sehekreis, und sind folglich ganz unsichtbar. Sezen Sie nun, daß der Pol über 180°. zurückgegangen sey, so wird der itzige Polstern schon einen ganzen ziemlich beträgtlichen Kreis beschreiben, viele Sterne, die wir niemals gesehen, als die **Fliege**, der **südliche Dreyeck** u. d. m. werden auf, und niedergehen, viele andere, die itzt unseren Himmel zieren, werden völlig verschwinden, u. s. w. Doch alles dieses läßt sich leichter auf der Sphäre zeigen, als beschreiben.

Man behält in dem Farnesianischen Pallaste eine sehr alte Sphäre auf, die man unter dem Schutte des alten Roms gefunden hat. Das merkwürdigste in dieser Sphäre ist, daß der Lenzkreis von dem Nachtgleichpuncte, das ist von dem lichten Sterne des Widders auf 5° entfernet ist, der Sommerkreis aber nicht, wie

heute

heute durch die Zwillinge, und den Schüzen, sondern durch den Krebs, und den Steinbock durchgehet, aus dem denn klar ist, daß die Sphäre zu solcher Zeit verfertiget worden, zu welcher der Durchschnitt des Ebeners mit der Sonnenbahn von dem ersten Puncte des Widders auf 5° entfernet war. Vergleichen Sie nun diese Sphäre mit den unsrigen, in welchen der Lenzkreis nicht 5, sondern ganze 30° Grad von dem lichten Sterne des Widders entfernet ist, und dann werden Sie entscheiden können, ob die Theorie mit den Erscheinungen wirklich übereinstimmt. Wollen Sie nun das Alter dieser Sphäre wissen, so werden Sie nach der oben angezeigten Art finden, daß sie 360 Jahre später verfertiget worden sey, als die Nachtgleiche des Lenzen auf den ersten Punct des Widders gefallen. Nun von der Zeit ist der Punct um 25° weiter gegen Westen zurückgewichen, welches in der Zeit 1800 Jahre beträgt, folglich ist die Sphäre vor 1800 Jahren verfertiget worden; von der Zeit aber, als der Nachtgleichenpunct in dem lichten Sterne des Widders war, sind 2160 Jahre verflossen. Gebe man uns mehrere solche Ueberbleibsel des Alterthums, und wir werden die meisten Zweifel in der Zeitrechnung aufgehoben sehen.

Unterdessen werden Sie den Abgang solcher Ueberbleibsel durch eine Sphäre ersetzen, welche so verfertiget ist, daß man den Erdpol um den Pol der Sonnenbahn nach Belieben bewegen könne; Ich werde Ihnen eine solche Sphäre, und ihren Gebrauch in der Lehre der Zeitrechnung zeigen.

Wenn

Wenn Sie alles dieß betrachten, so fällt Ihnen alsobald bey, daß die Sterne nicht nur allein die Länge, sondern auch die Abweichung veränderen müßen, so daß, wenn die Vorausgehung der Nachtgleichen regelmäßig ist, auch die Veränderung der Abweichung regelmäßig geschehe. Allein **Bradley** hat nach vielen Beobachtungen entdecket, daß die unweit von dem Lenzkreise gelegenen Sterne um 2″ mehr, die aber, die nahe bey dem Sommerkreise sind, um eben so viel weniger die Abweichung veränderet haben, als sie sie aus der Vorausgehung der Nachtgleichen allein hätten veränderen sollen. Er muthmassete, daß die Ursache in dem Monde gelegen sey; er hielt also diese scheinbare Bewegung der Sterne mit dem Orte der Mondesknotten zusammen, und er fand nach vielen durch 18 Jahre wiederholten Beobachtungen, daß, wenn die Knotten auf ihre alten Oerter zurückkamen, auch die Sterne zurückkehreten, nur jene kleine Verrückung ausgenommen, die wegen der Vorausgehung der Nachtgleichen regelmäßig vor sich gehen mußte, und daraus machte er den Schluß, daß die Bewegung des Erdpoles um den Pol der Sonnenbahn nicht in dem Umfange eines Kreises, sondern in Epicykloiden geschehe, so daß der Pol zu dem Umfange des Kreises nur alle 18 Jahre wieder zurückkömmt, und daß diese periodische Unregelmäßigkeit von der Bewegung der Knotten, oder was das nämliche ist, von der verschiedenen Neigung der Mondesbahn auf die Sonnenbahn entstehet. Denn, weil die Ebenerfläche auf die Fläche der Mondesbahn geneiget ist, diese aber

Wankung der Erdachse.

ihre Neigung auf die Sonnenbahn immer veränderet, so folget, daß nicht nur die Nachtgleichepuncte zurückweichen, sondern auch die Ebenerfläche ihre Neigung auf die Sonnenbahn veränderen müße. Setzen Sie nun, daß der Winkel Æ T E (Fig. 41.) die mittlere Neigung des Ebeners Æ Q auf die Sonnenbahn E C sey, und es ist klar, daß, wenn diese Neigung die nämliche verblieb, die Achse des Ebeners T H wegen der zurückweichung der Nachtgleichepuncte um den Pol der Sonnenbahn F den Kreis H I G beschreiben würde; Ist aber der Winkel veränderlich, so sehen Sie augenscheinlich, daß die Achse die Lage T f haben wird, wenn der Ebener in i T ist, und die Lage T h, wenn er in r T ist, folglich wird der Punct H der Achse innerhalb 18 Jahren den kleinen Kreis f g h beschreiben müßen; Da aber eben derselbe Punct zugleich auch eine Bewegung in dem Umfange des Kreises H I G hat, so entstehet in ihm eine zusammengesetzte Bewegung in sehr verlängerten Epicykloiden. Und diese Bewegung heißt man die **Wankung der Erdachse.**

Fig. 41.

Die Achse, um welche die tägliche Bewegung geschieht.

Wenn Sie die Vorausgehung der Nachtgleichen, und die Wankung der Erdachse zusammen halten, so machen Sie den Schluß, daß die Erdachse, von welcher uns die Rede war, von derjenigen Achse verschieden sey, um welche die tägliche Bewegung geschieht. Denn diese letztere ist, die jährliche Bewegung der Erde ausgenommen, in jedem Augenblicke unbeweglich, da hingegen die vorige aus beyden vorerwähnten Ursachen immer in Bewegung ist. Es sey M K N (Fig. 42.)

Fig. 42.

die

die Erde, P der Pol des Ebeners, E der Pol der Sonnenbahn, MEPN ein durch die Pole des Ebeners, und der Sonnenbahn durchgehender grosser Kreis, KL die Achse; Sezen Sie, daß wegen der Vorausgehung der Nachtgleichen der Pol P in einer gegebenen unendlich kleinen Zeit t den Bogen Pr beschreibt, dessen Maaß der Winkel PEr ist, und Sie sehen, daß auch der Mittagskreis MEPN die Lage Ere bekommen müßte, wenn keine andere Bewegung wäre. Aber weil zur nämlichen Zeit t die Erde selbst von Westen gegen Osten sich drehet, und einen Raum z. B. GH machet, aus welcher Bewegung der Mittagskreis die Lage MEPH bekommen müßte, so hat er zur nämlichen Zeit eine Bewegung um zwey Mittelpuncte E, und P, und zwar auf entgegen gesetzte Seiten, doch so, daß die Geschwindigkeit gegen GH größer ist; es wird also der Mittelpunct der Bewegung weder in P, noch in E, sondern in einem zwischen beyden gelegenen, und immer veränderlichen Puncte O seyn, welcher allein unbeweglich seyn kann, und durch welchen folglich die Achse, um welche die tägliche Bewegung geschieht, gehen muß. Uebrigens weil der, wegen der Vorausgehung der Nachtgleichen in einem Jahre beschriebene Bogen 50″ und mithin in einem Tage $\frac{50''}{365\frac{1}{4}}$ beträgt, so ist Pr: GH $= \frac{50''}{365\frac{1}{4}} : 360° = 1 :$ $25920 \times 365\frac{1}{4}$, folglich ist der Punct O dem Pole P so nahe, daß der Unterschied unmöglich kann beobachtet werden. Aber was bey anderen Laufsternen geschehe, ist ungewiß.

Zehntes Hauptstück.

Von dem Kalender.

Weil nichts sichtiger ist, als daß alle himmlische Körper zu gewisser Zeit ober den Sehekreis aufgehen, nachdem unter selben sich verbergen, und wieder ober ihn erscheinen, so hat man den zwischen dem einen, und dem anderen Auf- oder Niedergange enthaltenen Raum für das erste, und natürlichste Maaß der Zeit angenommen, und den **Tag** geheißen. Es giebt nun **Sternen-** und **Sonnentage**, deren Unterschied von dem herkommt, daß das Maaß der erstern die Sterne, und der andern die Sonne ist. Doch der merkwürdigste Unterschied bestehet in dem, daß, weil die Bewegung der Erde um ihre Achse allzeit von gleicher Dauer ist, die Sternentage alle untereinander gleich sind, dahingegen die Sonnentage von ungleicher Dauer sind, wie wir es schon gesaget haben. Beyde werden in 24 gleiche Theile geschieden, die man **Stunden** nennet.

Was ist ein Stern, und Sonnentag?

Den Anfang eines natürlichen Tages (so nennet man den erst beschriebenen Tag, um ihn von den **künstlichen**, oder dem zwischenraume zwischen den Auf- und Niedergange der Sonne zu unterscheiden) haben verschiedene Völcker von verschiedenen Puncten genommen. Die alten Babylonier fiengen den Tag von

Von welchem Puncte fängt der Tag an?

dem

dem Aufgange, die Juden, und Athenienser vom Niedergange der Sonne, die Aegyptier, deren Gebrauch wir noch heute behalten, von der halben Nacht, die Sternkündige von dem Mittage an.

Die Juden, und Römer theilten den künstlichen Tag in vier Hauptheile, in die **Prim**, welche mit dem Aufgange der Sonne, in die **Terz**, welche drey Stunden später, in die **Sext**, die um Mittage, und in die **Nonn**, die 3 Stunden vor dem Sonnen Untergange anfieng, und auf diese Art zerfiel der Tag in 12 Stunde, welche, nach dem der Tag länger, oder kürzer war, auch verschiedentlich lang seyn müßten.

In Italien fängt man den Tag eine halbe Stunde nach dem Niedergange der Sonne an, und zieht ihn bis zum andern Niedergange hinaus. Der Zwischenraum wird in 24 Stunden getheilet, welche wieder veränderlich sind, und über dieß noch diese Ungelegenheit nach sich ziehen, daß nicht einmal der Mittag gewiß ist, sondern bald in die 16te bald in die 19te Stund fällt.

Ein Gefolg von sieben Tagen heißt man eine **Woche**, in welcher ein jeder Tag seinen eigenen Namen hat. Im Kalender geschieht die Eintheilung in Wochen durch die sieben ersten Buchstaben A, B, C, u. s. w.

Der dritte Zeittheil wird von dem Umlaufe des Mondes hergenommen, und ein **Monat** genennet. Sie haben schon oben den Unterschied zwischen einem periodischen, und synodischen Monate gehöret, und Sie werden ihn weiter unten vollkommen einsehen; doch der eine sowohl, als der andere ist ein astronomischer Monat, und von dem gemeinen, oder **bürgerlichen** Monate verschieden, welcher bald aus 28, bald aus 30, bald aus 31 Tagen bestehet.

Was ist ein Jahr?

Den letzten Zeittheil mißt ein Umlauf der Sonne, oder eigentlich zu reden, der Erde in der Sonnenbahn. Weil ein solcher Umlauf viel länger, und mit wenigeren Veränderungen vergesellschaftet ist, als ein Umlauf des Mondes, so war ein Jahr fast bey allen Völkern am Anfange nichts anders, als ein aus 30 Tagen bestehendes Monat. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die alten Aegyptier zur Bestimmung der Dauer eines Monates sich der Beobachtungen des **aussonnigen** Aufganges des Mondes (ortus heliaci) bedienet haben.

Ein Himmelskörper gehet **aussonnig** auf, wenn er so weit schon von der Sonne entfernet ist, daß er bey seinem Aufgange an dem Sehekreise morgens vor der Sonne kann gesehen werden; er geht aber **einsonnig** nieder, so bald er Abends bey seinem Untergange an dem Sehekreise nach dem Untergange der Sonne nimmer kann gesehen werden. **Ptolomäus** sagt, daß die Soune 12 Grade unter dem Sehekreise seyn muß,

damit

damit ein Stern von der ersten Größe bey seinem Auf- oder Niedergange sichtig seyn könne. Weil diese Beobachtung keine Werkzeuge, sondern nur ein gesundes Aug verlanget, so ist es wahrscheinlich, daß die alten Aegyptier sich solcher bedienet haben.

Auf ein Jahr von 30 Tagen folgte ein Jahr von 354 Tagen, welches aus 12 Monden bestunde, und derohalben ein **Mondenjahr** genennet würde, und noch heut bey den Arabern, und Türcken im Gebrauche ist. Es ist von sich selbst klar, daß ein solches Jahr ein wanderendes Jahr sey. Denn, wenn Sie setzen, daß wir unseres aus 365 Tagen bestehendes Jahr am nämlichen Tage mit den Türcken anfangen, so werden sie das zukünftige Jahr früher, als wir anfangen, das dritte noch früher u. s. w. so daß der Anfang des Jahres durch alle Monate nach, und nach gehen wird. **Numa Pompilius** hat dieses wohl gesehen, und derohalben das **Schaltjahr** zur Hülfe genommen, welches er doch sehr artig angestellet. Denn er befahl, daß nach zwey Jahren 22 Tage, nach vier Jahren 23, nach sechs Jahren wieder 22 u. s. w. zu dem Mondenjahre sollen hinzugesetzet werden. Und diese Gestalt des Jahres behielten die Römer bis zu Julius Caesars Zeiten.

Monden-jahr.

Die Aegyptier setzten Anfangs ihr Jahr aus 12 Monaten zusammen, deren jedem sie 30 Tage gaben. Das Jahr hatte also 360 Tage, und es wurde das

Mond-Sonnen-Jahr.

Mond- Sonnen- Jahr genannt. Als sie aber später erfuhren, daß dieses Jahr um 5 Tage von dem wahren Jahre abgehe, so setzten sie die 5 Tage noch hinzu, welche von den Griechen später die Epamogenen genennet wurden; das Jahr selbst aber bekam den Namen des Hunds-Jahres, weil sich die Aegyptier meistens des Syrius bey ihren Beobachtungen bedienet haben. Nachdem die Sternkunde etwas höher gekommen ist, so hat man bemerket, daß das Hundsjahr um 6 Stunden beyläufig kleiner, als das wahre sey, weil der Syrius alle Jahre um 6 Stunden beyläufig später, und nach vier Jahren um einen ganzen Tag später aussonnig aufgehet, so daß er nur nach 1460 Jahren wieder am nämlichen Tage des nämlichen Monates aufgehen kann. Sie haben aus den 1460 Jahren die Sothische Period gemacht, welche ihre Benennung von dem Worte Soth, welches so viel, als Hund heißt, bekommen hat.

Hunds-Jahr.

Die Chineser haben schon unter der Regierung Kayfers Yao den Unterschied zwischen dem Mond- und Sonnenjahre gekannt, und es war bey ihnen schon damals das aus 366 Tagen bestehende Schaltjahr im Gebrauche. Aber genug von diesem. Die Römer gehen uns näher an.

Julanische Verbesserung des Jahres.

Weil Julius Caesar nicht nur Dictator, sondern auch hoher Priester war, hielt er es für ein Amtspflicht, das unregelmäßige vom Numa Pompilius empfangene Jahr zu verbessern. Er berief den Sosigenes

aus

aus Aegypten, der anstatt des Mondjahres ein aus 365 Tagen bestehendes Sonnenjahr einsetzte. Dieses Jahr geht von dem Mondjahre um 11 Tage ab, welcher Unterschied die **Epacte** heißt. Weil nun zwey Mondjahre von zwey Sonnenjahren um 22 Tage unterschieden sind, so ist die Epacte des zweyten Jahres 22, des dritten 33, oder weil 30 Tage ein Schaltjahr machen, welches alle dritte Jahre hinzugesetzet wurde, 3, u. s. w. bis die Epacte 11 wieder zurückkömmt, welches im 20sten Jahre geschehen wird, wie Sie es selbst versuchen können.

Was ist die Epacte?

Nach dieser ersten Verbesserung hat das Jahr noch keinen Bestand bekommen. Denn, weil es um $5^{St.}\ 48'.\ 57''$ kürzer war, als das wahre, so hat der Anfang des Jahres innerhalb 4 Jahren fast um einen ganzen Tag, und innerhalb 1460 Jahren durch alle Tage des Jahres zurückgehen müßen. Aus dieser Ursache befahl Caesar, daß man einen Tag alle vierte Jahre zu dem Monat Februar hinzusetze, und den 24ten desselben Monates zweymal zähle; Weil aber dieser Tag der sechste von dem ersten des Merzen war, so zählte man in jedem vierten Jahre zwey sechste, und das Jahr würde bissextil genennet. Es ist klar, daß das verbesserte Julianische Jahr von $365^{T.}\ 6^{St.}$ war.

Weil aber die 6 dem Jahre zugesetzten Stunden es um $11'.\ 3''$ zu lang machen, so fängt die Sonne jährlich einen neuen Umlauf um $11'.\ 3''$ eher an, als

Gregorianische Verbesserung.

das Jahr vollendet ist, folglich wenn die Sonne in einem gegebenen Jahre in dem Nachtgleichepunct am 21ten Märzen genau zu Mittage eintritt, so wird sie im folgenden Jahre zu eben den Punct um 11′ früher vormittage zurückkommen, und nach einer Period von 131 Jahren um einen ganzen Tag vorausgehen: so daß die Nachtgleiche in den 20ten Märzen fallen wird. Der Fehler ist von dem Jahre, in welchem die erste Kirchenversammlung zu Nicäa gehalten ward, bis auf das Jahr 1582 auf 10 Tage angewachsen, so daß im selben Jahr die Nachtgleiche auf den 11ten Märzen eingefallen ist. Dieß ware die Ursache, daß Gregor der dreyzehnte Römische Pabst die Verbesserung des Kalenders von neuem vorgenommen, welche er im Jahre 1581 kund gemacht hat. Die Verbesserung bestehet hauptsächlich in dreyen Stücken. 1) Weil von der Zeit der Nicaenischen Kirchen-Versammlung die Nachtgleiche um 10 Tage vorausgegangen, so befahl er, daß man nach dem 4ten October desselben 1581sten Jahrs 10 Tage weglassen solle, so, daß der 5te Tag des Monates für den 15ten gerechnet würde. 2) Um zu verhindern, daß die Nachtgleiche des Lenzes von dem 21ten Märzen nicht mehr zurückweichen könne, befahl er, daß nicht mehr alle hunderte Jahre, sondern nur jedes vierte hunderte Jahr ein Schaltjahr sey. 3) Damit man am sichersten den Tag, an welchem Ostern soll gehalten werden, finden könne, soll aus dem Kalender die goldene Zahl ausbleiben, anstatt welcher der Kreis, der nach der goldenen Zahl eingerichteten

Epacten

Epacten eingeführet wurde, um die Zeit des wahren Neumondes richtig zu finden.

Der Gregorianische Kalender wurde von den Protestanten nicht gleich angenommen, und daher entstand der Unterschied zwischen dem **neuen**, und **alten Style**. Denn, weil im Jahre 1581 nach der päbstlichen Verordnung 10 Tage aus dem Kalender ausgeblieben, so hat es nothwendig geschehen müßen, daß, da man in Rom den 15ten April zählte, in Rußland erst der 5te war, und darum fieng man an also zu schreiben $\frac{5}{15}$, das ist, der 5te nach dem alten, und der 15te nach dem neuen Styl. Dieser Unterschied wuchs im Jahre 1700 wieder um einen ganzen Tag, weil dieses Jahr bey den Russen, und Protestanten ein Schaltjahr war, da es doch bey den Katholicken keines war, und derohalben würde man heut zu Tage $\frac{5}{16}$ schreiben. Doch im Jahre 1752 haben die Engelländer den gregorianischen Kalender angenommen, ja es ist fast kein Volk außer den Russen, daß den Julianischen Kalender noch beybehielte. Alt, und neuer Styl.

Die Verordnung der Nicaenischen Kirchen-Versammlung hat den Gebrauch des **Mondenkreises** (cyclus lunaris) bey dem Kalender eingeführet. Denn, weil dort befohlen würde, daß man Ostern am Sontage nach dem Vollmonde, der entweder auf den Tag der Nachtgleiche (die man damals auf den 21ten Märzen unbeweglich angebunden zu seyn glaubte) fiel, oder

gleich darauf folgte, so hatte man auf die Bewegung des Mondes aufmerksam seyn, und die Zeit des Neu- und Vollmondes suchen müßen. Der Mondenkreis, oder der von seinem Erfinder sogenannte **Metonische Kreis**, welcher eine Period von 19 Jahren ist, und von dem wir schon oben unter einem andern Namen geredet haben, scheinte hierzu der geschickteste zu seyn. Man schätzte ihn in Griechenland so hoch, daß man seine Zahlen mit goldenen Buchstaben schrieb, und noch heute wird die Zahl des Jahres des Mondenkreises, welches mit dem gemeinen Jahre, in dem wir sind, übereinstimmet, die **goldene Zahl** genennet.

Wie findet man die goldene Zahl?

Weil das Jahr vor der Geburt Christi das erste Jahr des Mondenkreises war, so werden Sie die goldene Zahl für jedes gegebene Jahr finden, wenn Sie zu dem gegebenen Jahre 1 hinzusetzen, und die Summe mit 19 zertheilen. Denn bleibt etwas übrig, so ist das übrige selbst die goldene Zahl; bleibt nichts übrig, so ist sie 19. Also z. B. wenn Sie die goldene Zahl für das Jahr 1774 suchen, setzen Sie 1. zu 1774, die Summe 1775 zertheilen sie mit 19 die übrige Zahl 8 ist die goldene Zahl.

Man glaubte vor Zeiten, daß der Mondenkreis so richtig sey, daß die Neu- und Vollmonde nach dieser neunzehnjährigen Period nicht nur in dem nämlichen Tage, sondern in der nämlichen Stunde wieder einfallen. Allein man hat befunden, daß nach 19 Julianischen

nischen Jahren die Neumonde um $1\frac{1}{2}$ Stunde, und nach 304 Jahren um einen ganzen Tag früher geschehen. Dieß war die Ursache, daß Gregorius befohlen, die Neumonde nicht durch die goldenen Zahlen, sondern durch die Epacten zu berechnen.

Wie die Epacte?

Die Epacte aber eines jeden zwischen 1700, und 1900 eingeschlossenen Jahres werden Sie finden, wenn Sie von der goldenen Zahl 1 abziehen, das Ueberbleibsel durch 11 vervielfältigen, und das vervielfältigte mit 30 zertheilen. Das Ueberbleibsel wird die Epacte seyn. Also z. B. wenn Sie die Epacte des 1774 Jahrs suchen, ziehen Sie von 8 (der goldenen Zahl) 1 ab, das Ueberbleibsel vervielfältigen Sie mit 11, das vervielfältigte 77 zertheilen Sie mit 30, das Ueberbleibsel 17 ist die Epacte.

Was ist die Epoche?

Ich melde hier nichts von den Sonnenkreisen, von dem Sonntäglichen Buchstabe u. s. w. welche zwar zur vollkommenen Kentnisse des Kalenders, aber zur Astronomie entweder gar nicht, oder nur sehr weitschichtig gehören. Das einzige verdienet noch angemerket zu werden, daß man in der Zeitrechnung einige unbewegliche Puncte anzunehmen genöthiget zu seyn glaubte, die man **Zeitpuncte**, oder Epochen nennet. Die Vornehmsten sind der Zeitpunct der **Olympiaden**, welche 776 Jahre vor Christi Geburt anfängt, und auf das 3938ste Jahr der julianischen Periode einfällt.

Der

Der Zeitpunct des **Nabonassar** 747 Jahre vo Christi Geburt im Jahre 3967 der julianischen Periode. Der Christliche Zeitpunct im Jahre 4714 der julianischen Periode. Die **Hegire** der Mahometaner im Jahre 622 nach Christi Geburt, und im Jahre 5335 der julianischen Periode. Der Zeitpunct des **Yesdegerdes** bey den Persiern im Jahre 632 nach Christi Geburt.

Der

Der physikalischen Astronomie

Zweyter Theil.

Von den Himmelskörpern insbesondere.

Erstes Hauptstück.

Von der Sonne, und ihrer Dampfhülle.

Was ist die Sonne?

Die Sonne ist eine auf ihrer Oberfläche immer brennende, und feurige Kugel. Dieser ist der Begriff, den man sich von der Sonne zu allen Zeiten gemacht, und den die täglichen Erscheinungen bestättigen. Denn, da sie alle im Sonnengebäude schwebende Laufsterne beleuchtet, unsere Erde, und alle darauf sich befindende Körper erwärmet, und ausdehnet, mit ihren Stralen, wenn sie mit einem Hohlspiegel, oder Brennglase in einem engen Raum versammlet werden, auch die härtesten Körper verbrennet, zu Glas, Asche, oder Kalk verwandelt, so ist sie ja nothwendig ein Feuer. Da ich aber gesaget, daß sie eine Kugel sey, so müßen Sie Sich nicht etwan einfallen lassen, daß sie eine vollkommene Kugel sey. So sehr uns auch das Gesicht von einer vollkommenen Rundung des Umfanges der Sonne zu überweisen scheinet, so lassen uns doch die

sicher-

sichersten Grundsätze der Naturlehre nicht zweifeln, daß die Sonne eine an ihren Polen zusammengedrückte Kugel sey. Denn, weil dieser ungeheure Körper um seine Achse sich drehet, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die im Vergleiche mit seiner Masse zimlich groß ist, so muß in jedem besonderen Theile eine den Mittelpunct fliehende Kraft entstehen, welche unter dem Ebener die größte ist. Aus dieser aber entstehet eine zusammengedrückte Kugel, wir wir es weiter unten ausführlich zeigen werden.

Ihre Makeln.

Aber eine Bewegung um die Achse bey der Sonne? Ich will Ihnen die Sache kurz entwickeln. Man sieht gemeiniglich in der Sonnenscheibe einige in der Forme, Größe, und Dichtigkeit sehr verschiedene Flecken, welche nicht unordentlicher Weise, sondern nach gewisser Richtung, in ordentlichen Bahnen, und in einer periodischen Zeit sich bewegen. Denn, nachdem sie von einem Rande der Sonnenscheibe bis zum andern in einem Zeitraum von $13\frac{1}{2}$ Tage hinüber gegangen sind, so werden sie unsichtbar, und erscheinen nach eben so vielen Tagen wieder an dem Rande, an welchem man sie erstens gesehen hat. Daher hält man schon für sicher, daß die Period der Sonnenflecken im Vergleiche mit der Erde in 27 Tagen vollendet werde. Es ist also eines aus beyden nothwendig, entweder daß die Flecken sich um die unbewegliche Sonne periodisch bewegen, oder daß die Sonne selbst mit den Flecken um ihre Achse sich drehe. Sie werden leicht urtheilen,

welches

welches aus beyden wahrscheinlicher sey, wenn Sie eher die bey den Makeln vorkommenden Erscheinungen aufmerksam beobachten.

Ob sie an der Sonne sitzen?

Sie werden erstens bemerken, daß, obschon einige aus den Makeln in einer kleinen Entfernung ober der Sonne frey schweben, die meisten dennoch an ihrer Oberfläche selbst sitzen. Denn, nebst dem daß sie im Vergleiche mit der Sonnenscheibe keine Nebensicht (parallaxis) haben, so ist es ja klar, daß sie viel länger unter der Sonne verdecket, als sichtbar seyn müßten, wenn sie in einer Entfernung von der Oberfläche der Sonne um sie herumgiengen. Also z. B. wenn ein Makel in dem Kreise ABH (Fig. 43) um die Sonne S herumgieng, so würde einem Zuseher auf der Erde T nicht eher, als in der Richtung der Tangente TL sichtbar seyn, und wieder in der Tangente TM unsichtbar werden, das ist, sie würde nur in dem Theile BA ihrer Bahn sichtbar seyn, und darum während den größeren Theil ihrer periodischen Zeit nicht können beobachtet werden, welches mit den Beobachtungen gar nicht übereinstimmet. Weil doch aber auch etliche wenige schon sind entdecket worden, welche, nachdem man sie 12 Tage gesehen hat, 15 ganze Tage unsichtbar geblieben sind, so machen Sie die Folge, daß sie in einer, obschon nicht grossen Entfernung von der Sonne gewesen waren.

Fig. 43.

Die

Die Bewegung der Flecken von Westen gegen Osten geschieht bald in geraden Linien, bald in mehr, oder weniger zusammengedrückten Ellipsen, deren Flächen alle untereinander reimend sind, aber mit der Fläche der Sonnenbahn einen Winkel von 7°. 30′ machen, und daher schließen Sie, daß, wenn die Bewegung der Sonnenflecken von der Bewegung der Sonne selbst herkömmt, die Achse der Sonne mit der Achse der Sonnenbahn einen Winkel von 7°. 30′ macht. Sie begreifen übrigens gar wohl, daß, weil während der Bewegung der Makeln unser Aug nicht in der Ruhe verbleibt, die Bahn der Flecken nicht genau, sondern nur bey nahe entweder eine gerade, oder elliptische Linie sey.

Ihre Geschwindigkeit.

Sie werden weiter beobachten, daß die Geschwindigkeit der Bewegung in den Makeln nicht gleichförmig sey. Denn, nachdem sie an dem Rande ziemlich klein ist, so wird sie gegen die Mitte der Scheibe immer beschleuniget und wächst von hier gegen den anderen Rand wieder stuffenweise ab. Wobey noch dieß besonder ist, daß die Makeln gegen die Mitte der Scheibe breiter werden, und gegen den Rand immer mehr in ihrem queren Durchmesser sich zusammenziehen.

Setzen Sie zu allem dem noch dieß hinzu, daß die Geschwindigkeit eines Körpers, der nahe an der Oberfläche eines himmlischen Körpers in einem Kreise um selben herumgieng, erstaunlich groß sey, und daß aus dieser Ursache die Period der Makeln, wenn sie

um den Mittelpunct der Sonne einen Kreis beschrieben, nur von 2St. 45′. 43″ beyläufig wäre, so sehen Sie schon, daß die Frage beantwortet sey, und folglich nicht zweifelhaft seyn kann, daß die Sonne sich um ihre Achse bewege, und zwar im Vergleiche mit der Erde innerhalb 27 Tagen. Ich sage mit Bedacht im Vergleiche mit der Erde, weil die wahre Period im Vergleiche mit den Ruhesternen kürzer, und nur von 25T. 12St. ist. (a) Die Ursache dieses Unterschiedes folget aus dem bekannten optischen Grundsatze, daß die Geschwindigkeit eines Körpers kleiner zu seyn scheinen muß, wenn das Aug selbst eine Bewegung gegen die nämliche Seite mit dem Gegenstande hat, wie es sich in der That in unserem Falle ereignet.

M Weil

(a) 39) Die mittlere Period der Sonnenmakeln ist 27.T. 12.St. 20′, in welchem Zeitraume die Erde gegen die nämliche Seite einen Bogen von 26° 22′ beyläufig in der Sonnenbahn beschreibet, es muß also eine Makel, damit sie zur nämlichen Stellung im Vergleiche mit der Erde zurückkömmt, nebst einem ganzen Kreise, das ist, nebst 360°, noch 26°. 22′ durchlaufen. Man sage also: wie 360° + 26° 22′: 360° = 27.T. 12.St. 20′: 25.T. 15.St. 16′. betrachtet man überdieß noch, daß die Bewegung der Sonne um ihre Achse gleichförmig, die Bewegung der Erde aber in der Sonnenbahn veränderlich sey, so sieht man, daß die Period der Makeln, nachdem die Erde eine verschiedene Stellung hat, veränderlich seyn müße.

Weil die Laufbahnen der Makeln mit der Sonnenbahn einen Winkel von $7^{\circ}\frac{1}{2}$ machen, so folget nothwendig, daß der Ebener der Sonne unter eben diesem Winkel auf die Sonnenbahn geneigt sey. Weil nun die Erde beständig in der Sonnenbahn fortgehet, so ist sie zweymal in einem Jahre in den gemeinschäftlichen Durchschnittspuncten des Ebeners der Sonne mit der Sonnenbahn, und in dieser Stellung muß der Weg der Makeln eine gerade Linie seyn; zu andern Jahreszeiten ist bald der Nordpol der Sonne, bald der Sudpol gegen uns gewendet; in beyden Fällen ist der Weg der Makeln elliptisch, aber so, daß im ersten die erhobene Seite der Ellipse, im zweyten die eingebogene gegen die Erde sieht. Mit einem Worte, die Reimlinge der Sonne haben alle diejenigen Erscheinungen, welche die Reimlinge der Erde einem Auge, das in dem Mittelpuncte der Sonne wäre, darstellen würden.

Was sind die Sonnenmakeln?

Die Makeln selbst sind von zwey verschiedenen Arten. Die gewöhnlichsten sind von verschiedener, und unbeständiger Forme; sie haben meistens einen schwarzen, und dichten Kern, den ein etwas lichterer Rand umgiebt; oft entstehen sie mitten in der Sonnenscheibe selbst, und oft verschwinden sie auch dort; bisweilen vereinigen sich mehrere untereinander, und werden zu einer einzigen Mackel; ihre Grösse ist verschiedentlich, aber zuweilen ungeheuer; **Galilei** versichert im Jahre 1612 mit unbewaffneten Augen eine gesehen zu haben, welche wenigstens zweymal so groß war,

als

als die Oberfläche der Erde; (a) eine andere hat Gassendi beobachtet, deren Durchmesser $\frac{1}{20}$ des Sonnen-Durchmessers war, und folglich eine fünfmal größere Oberfläche gehabt hat, als die Oberfläche der Erde ist. Nichts ist wahrscheinlicher, als daß diese Makeln ausgebrannte Theile des Sonnenkörpers, und von allem brennbaren Stoffe beraubte Schlacken sind. Wenigstens ist es gewiß, daß sie ihren Ursprung einer regelmäßig und periodisch wirkenden Ursache nicht zu verdanken haben, besonders weil die Sonnenscheibe zuweilen vollkommen rein, oft wieder mit sehr vielen Flecken besäet ist; ja die Zahl der Flecken war einstens so groß, daß die Sonne ein ganzes Jahr bleich ausgesehen hat. Herr **Silberschlag** will in verschiedenen Makeln eine Bewegung sowohl um ihre eigene Achse, als in der Sonnenscheibe beobachtet haben. Eine besondere Meynung hat jemand in dem Gentelman's Magazine vorgetragen, wo man behaupten will, daß die Sonnen-

---

(a) 40) Weil sie mit freyen Augen gesehen war, so mußte der Sehewinkel wenigstens von 1′ gewesen seyn. Der Durchmesser unserer Erde würde von der Sonne unter einem Winkel von 18″ gesehen werden, und mithin ist der Durchmesser der Makel zu den Durchmesser der Erde wie 60 : 18 = 10 : 3; und darum ist die durch den Durchmesser der Makel durchgehende Fläche zu der Fläche eines grossen Kreises der Erde wie 100 : 9. Es ist aber die Oberfläche der Erde viermal so groß, als die Fläche eines grossen Kreises, folglich, wenn man annimmt, daß die Mackel nur allein flach war, so ist die Oberfläche der Mackel zu der Oberfläche der Erde wie 100 : 36 = $2\frac{1}{4}$: 1.

mackeln weit unter die Oberfläche der Sonne vertiefet sind, so zwar, daß die im Jahr 1769 zu Berlin, und Petersburg beobachtete Makel etliche tausend englische Meilen tiefer solle gewesen seyn, als die Oberfläche der Sonne. Sie sehen hieraus, wie vieles uns noch abgehet, um die Natur dieser Erscheinung zu bestimmen.

Die Gattung der Makeln, welche fast die Gestalt einer Wolken haben, und wie ein dicker Rauch nach und nach an dem Rande sich zerstreuen, und endlich ganz gleichsam zerfließen, ist in der That auch nichts anders, als der von der Sonne aufsteigende Rauch, der sich in der Dampfhülle der Sonne versammlet, und wie bey uns die Dünste, Wolken gestaltet. Weil sie eine längere Zeit verstecket, als sichtbar sind, so sind sie unstreitig in einer merklichen Höhe ober der Oberfläche der Sonne, und was können sie wohl anders als Wolken seyn?

Noch eine andere Gattung der Makeln, wenn man sie so nennen darf, hat man letztens entdecket. Als **Schort** zur Beobachtung der Ringfinsterniß der Sonne, die im Jahr 1748 erschien, sich bereitete, und die Sonnenscheibe durch ein Gregorianisches 4 Fuß langes Spiegelrohr vor der Finsterniß betrachtete, sah er sie mit hellem, und dunklem Lichte wechselweise ganz bestreuet; das nämliche beobachtete Herr Hofrath **Kästner** mit einem Fernrohre von 27 Fuß. Die Erscheinung scheinet mit der Natur der Sonne ziemlich überein zustimmen. Denn, weil ihre Oberfläche in beständigem

digem

digem Brande ist, was ist wahrscheinlicher, als daß die brennbaren Stoffe, deren einer geschickter ist, als der andere, eine helle Flamme zu fassen, über sie ungleich vertheilet sind? Doch in Sachen, die von uns so weit weg sind, wird es hart fallen, etwas für sicher bestimmen zu wollen.

Dampfhülle der Sonne.

Von der Dampfhülle der Sonne scheinen wir zu einer Gewißheit näher gekommen zu seyn. Benehmen Sie der Sonne die Dampfhülle, so löschen Sie zugleich ihr Feuer aus, und verhüllen das ganze Gebäude der Laufsterne mit einer ewigen Finsterniß. Weil Ihnen die Natur des Feuers bekannt ist, so wissen Sie schon, welchen Zusammenhang das Feuer mit der Dampfhülle hat. Doch sie wird in gewissen Umständen so gar sichtbar. Denn man sieht bey den Ringfinsternissen nebst den lichten, und zu dem Körper der Sonne selbst gehörenden noch ein anderes, viel schwächeres Licht, welches zwar von der Sonne verschieden, aber doch zu ihr gehört, und nichts anders seyn kann, als ihre Dampfhülle.

Was ist das Thierkreislicht?

Damit Sie aber keine Ursach zu klagen haben, daß ich eine Erscheinung zum Beweise annehme, welche Sie jemals zu sehen, gar keine Hoffnung haben, so will ich eine andere anführen, welche erst zu diesen letzten Zeiten entdecket ist worden, und auch innerhalb wenigen Tagen öfters kann gesehen werden. Cassini beobachtete der erste im Jahre 1683 um die Nachtgleiche

des Lenzen nach der Abenddämmerung ein schwaches Licht ober dem Sehekreise, welches von einer regelmäßigen Forme in dem Thierkreise selbst erschien, und nachdem er es oft beobachtet hatte, so begrieff er gar leicht, daß es eine beständige, und regelmäßig wirkende Ursache haben müße. Es ist uns unter dem Namen des Thierkreislichtes bekannt, und ist ein schwaches, wie der Milchweg weißlichtes, und Lanzen = oder schützenförmiges Licht, welches zu gewissen Jahreszeiten nach dem Niedergange, zu andern aber vor dem Aufgange der Sonne in dem Thierkreise der Länge nach liegend erscheinet, so daß ihre verlängerte Achse durch den Mittelpunct der Sonne durchgehet, mit der Sonnenbahn einen Winkel beynahe von $7^{\circ}. 30'$, mit dem Sehekreise aber einen größeren, oder kleineren Winkel macht, nachdem als die Sonnenbahn auf den Sehekreis mehr, oder weniger geneigt ist. Es ist so schütter, daß die Sterne durchscheinen; doch nahe an der Sonne wird es dichter.

Weil es nun sicher ist, daß ein flüßiges nach einen Mittelpunct trachtendes Wesen, wegen der Drähungskraft um die Achse, eine an den Polen zusammengedrückte Forme bekommen müße, so begreifen Sie, daß die Dampfhülle der Sonne, wenn doch eine ist, eine solche Gestalt haben müße, und daß sie, wenn die Fläche ihres Ebeners durch das Aug des Beobachters durchgehet, in der Gestalt einer Lanze müße gesehen werden. Es stimmet also die Forme des Thierkreislichtes mit der Dampfhülle der Sonne überein.

Be-

Betrachten Sie nun weiter, daß dieses Licht, weil es beständig um die Sonne sich aufhält, zu der Sonne gehören müße, daß ihre Achse den nämlichen Winkel mit der Sonnenbahn macht, denn die Fläche des Ebeners der Sonne; daß es ober den Sehekreis höher steigt, je mehr die Sonne dem Aufgange sich näheret, u. s. w. so ist die Sache ausgemacht. Aber warum siehet man diese Erscheinung nicht zu allen Zeiten? Die Frage findet ihre Antwort in der Natur der Erscheinung selbst. Denn, weil ihre Neigung auf den Sehekreis nicht viel von der Neigung des Thierkreises auf eben denselben Kreis verschieden ist, so folget, daß wenn der Neigungswinkel des Thierkreises mit dem Sehekreise klein ist, das Licht sehr wenig ober den Sehekreis erhoben ist, und folglich von den Dünsten leicht verdecket wird. Daher ist zur Beobachtung dieses Lichtes um die Nachtgleiche des Lenzen die Abenddämmerung, im Herbste aber die Morgendämmerung geschickter. Aber dieß werden Sie leichter an der Sphäre begreifen.

Zweytes Hauptstück.

Von der Natur, und den Eigenschaften der Hauptlauffsterne.

Was sind die Lauffsterne?

Daß die Lauffsterne dichte Körper sind, und nur ein von der Sonne geborgtes Licht haben, ist so bekannt, daß aller Beweis überflüßig wäre. Denn nebst dem,

dem, daß man an der Venus, und dem Merkur beyläufig die nämlichen Abwechslungen der Gestalt sieht, die wir an dem Monde zu sehen gewohnet sind, was ist bekannter, als daß sie, wenn sie unter der Sonne vorbeygehen, nicht anders als schwarze Flecken in der Sonnenscheibe erscheinen. Den Mars sind wir auch schon ziemlich gewöhnt, bald ganz, bald etwas über die Hälfte beleuchtet zu sehen. Der Jupiter, und Saturn erscheinen zwar allzeit in vollem Lichte, aber wir wissen, daß sie einen Schatten an die von der Sonne weggekehrte Seite werfen. Die unvergleichliche Erfindung der optischen Werkzeuge hat uns dergleichen Erscheinungen gemein gemacht; Erscheinungen, welche die Alten nicht einmal vermuthet hätten. **Galilei**, der der erste die Abwechslungen der Gestalt bey der Venus entdecket hat, schätzte seine Entdeckung so hoch, daß er sie für einen der wichtigsten Beweise des Copernicanischen Sonnengebäudes gehalten hat, worin ihm **Kepler** nicht lange darauf beystimmete, und dieß mit Recht; Denn, wenn Venus, und Merkur um die Sonne herumgehen, so müßen sie die Gestalt, wie der Mond nothwendig veränderen. Wir werden diese Erscheinung, welche wir täglich in dem Monde beobachten dort erklären, wo von ihr, besonders bey dem Monde, die Rede zurückkommen wird. Die Venus (das nämliche ist vom Merkur zu verstehen,) ist nach der untern Zusammenkunft gehörnert, so, daß die Spitze von der Sonne wegsehen; gehet sie weiter gegen die obere Zusammenkunft, so wird sie immer mehr über die Hälfte be-

Abwechslung der Gestalt bey den untern Laufsternen.

bel uchtet, und endlich in derselben Zusammenkunft selbst ist sie völlig beleuchtet, doch kömmt sie uns dort am kleinsten vor, theils, weil ihre Entfernung von uns die gröβte ist, theils, weil sie sich in einem allzugrossen Sonnenlichte aufhält. Das besonderste ist, daß beyde Laufsterne in einem viel gröβeren Lichte von uns gesehen werden, wenn sie gehörnert, als wenn sie viel über die Hälfte beleuchtet sind, und das darum, weil sie im ersten Falle im Vergleiche mit der Erde am weitesten von der Sonne abstehen. und folglich eine zimlich lange Weile vor dem Auf- oder nach dem Niedergange der Sonne ober den Sehekreis sich aufhalten. Kepler hat die gröβten Abstände der Venus von der Sonne im Vergleiche mit der Erde zwischen 45°. und 47°. 48′, des Merkurs aber zwischen 17°. 33′, und 28°. 31′ gesetzet. Die Venus erscheint in gröβter Pracht nicht einmal bey ihrer gröβten Entfernung, sondern zwischen den Puncten der untern Zusammenkunft, und der gröβten Entfernung von der Sonne am $39°\frac{1}{2}$, zu welcher Zeit ihr Licht so hell ist, daß sie zuweilen am hellen Tage kann gesehen werden. Diese Erscheinung kömmt alle achte Jahre zurück, weil die Venus nach diesem Zeitraume beyläufig zur nämlichen Stellung mit der Sonne, und der Erde zurückkömmt, und nur 1°. 32′ von demjenigen Puncte entfernet ist, an welchem sie vor 8 Jahren in der Zusammenkunft mit der Erde ware.

Die untern Laufsterne gehen zuweilen vor der Sonne, zur andern Zeit aber gehen sie ihr nach, und aus dieser Ursache hat die Venus schon längstens zwey

Namen bekommen, so, daß man sie den **Morgenstern** nennet, wenn sie vor dem Aufgange der Sonne, den **Abendstern** aber, wenn sie nach dem Niedergange der Sonne am Himmel gesehen wird. Die Erklärung von dieser Erscheinung fließt aus dem Sternegebäude von sich selbst, und kömmt fast in allem mit der überein, die wir unten bey dem Monde geben werden.

Die Makeln der Laufsterne.

Zwischen diesen Gränzen blieben die Kenntnisse der Astronomen so lange, bis die Erfindung der Fernröhre ihre Wißbegierde aufgemunteret hat. Zwanzig Jahre nach der von **Galilei** gemachten Entdeckung der Trabanten des Jupiters, sahen zu Neapel **Zuppi**, und **Par oli**, und bald darauf auch **ontana** einige dunkle Streife in der Scheibe des Jupiters, welche **Fontana** in drey Figuren abgezeichnet hat. Auf dieses gegebene Zeichen flohen alsobald alle Astronomen zu ihren Fernröhren, und betrachteten alle Laufsterne. Die einzigen Merkur, und Saturn vereitelten allen ihren Fleiß, weil dieser von der Sonne allzuviel entfernet, jener aber der Sonne allzunahe ist. In allen übrigen fanden sie Makeln, und was noch mehr ist, so fanden sie eine periodische Bewegung in eben diesen Makeln, und schlossen nach ihrem Gebrauche hieraus, daß die Laufsterne eine Bewegung um ihre Achse haben, deren Dauer Sie in der Tabelle nachsehen können.

Was sie sind?

Es ist nicht so leicht zu bestimmen, was diese Makeln sind, besonders weil man beobachtet hat, daß viele sehr unbeständig, und veränderlich sind. **Cassini** er-

erzählet, daß er an dem Jupiter zuweilen 7 bis 8 dunkle Streife, oft nur einen, oder zwey, zu andern Zeiten einen mit einer lichten Mackel unterbrochenen Streif gesehen habe. Es ist ohne Zweifel, daß derjenige Theil der Oberfläche Jupiters, an welchem eine solche Mackel erscheinet, aus einer Materie bestehe, welche den größten Theil der Sonnenstralen in sich einzieht, und nicht geschickt ist, das Licht zurückzuwerfen. Es scheint auch sicher zu seyn, daß diese Materie flüßig sey, weil es schwär zu begreifen wäre, wie eine feste, und dichte Materie so vielen, und oft augenblicklichen Veränderungen unterworfen seyn könne. Es ist also wahrscheinlich, daß die Oberfläche Jupiters an solchen Orten mit einem, obschon in seinen Eigenschaften von dem unsrigen sehr verschiedenen Meere bedeket sey, in welchem wegen der Wirkung der Nebenläufer die Ebbe, und Fluth fast auf die Art entstehen muß, wie sie in unserem Meere wegen der Wirkung des Mondes entstehet. Aber dieß ist eine pure Muthmassung, welche schwärlich einmal zur Gewißheit gelangen wird.

Die Dichtigkeit der Laufsterne.

Gewisser ist, was **Newton** aus den Gesetzen der Schwäre von der Masse, und Dichtigkeit, von der auf der Oberfläche wirkenden Kraft der Schwäre, von der Hitze, und dem Lichte u. s. w. an den Laufsternen bestimmet hat. Wir haben schon oben dasjenige angeführet, was zur Bestimmung der Massen, und Dichtigkeiten gehört, wobey aber sehr merkwürdig ist, daß ein jeder Laufstern, je näher er an der Sonne ist, auch dichter wird, welches wir von dem Saturn, Jupiter,

und

und der Erde aus der Theorie selbst wissen, von den übrigen aber aus der gleichförmigen Wirkungsart der Natur, theils auch aus physikalischen Grundsetzen schließen. Denn, weil die Dichtigkeit des Lichtes, und folglich auch die Kraft der Hitze in dem umgekehrten Verhältnisse der Vierecke der Entfernungen von dem leuchtenden Puncte zunimmt, so ist die Sonnenhitze im Merkur siebenmal größer, als auf der Erde, und hier 90mal größer, als im Saturn, folglich würde unser Wasser auf der Oberfläche Merkurs augenblicklich verdünsten, und verschwinden, auf der Oberfläche Saturns aber zu Stein gefrieren; Es mußte also der Körper Saturns aus einer dünnen und Merkurs aus einer dichteren Materie zusammengesetzet werden, damit diese von allzugrosser, und heftiger Auflösung bewahret, jene von den schwachen Sonnenstralen in einer stetten Auflösung erhalten werden könnten.

Was die Abwechslung der Tage, und Nächte auf den Laufsternen belanget, folget aus dem Wege ihrer Mackeln von sich selbst. Aus dieser erkennen wir, daß der Ebener der Venus auf die Fläche ihrer Bahn unter einem Winkel von 75° geneigt sey, weil also die Bahn der Venus mit der Sonnenbahn einen Winkel von 3°. 23′ macht, so enthält der Ebener der Venus mit dem scheinbaren Wege der Sonne einen Winkel von 71°. 37′, und folglich ist der Nordpol der Venus über die Fläche des scheinbaren Weges der Sonne unter einem Winkel von 18°. 23′ erhoben. Hieraus sehen Sie 1) daß die Kreise der Sonnenwende auf der Venus

Abwechslung der Tage, und Nächte.

von

von dem Ebener auf 71°. 37′ abstehen, und daß folglich die Venuskugel nur in zwey Gattungen der Zonen eingetheilet werde, deren eine mit unserer verbrannten, die andere zwischen den Wendekreisen, und den Polen selbst enthaltene mit unsern gemäßigten Zonen übereinstimmen. 2) Daß die Abwechslungen der Tage viel größer seyn, als auf der Erde. Denn, wenn z. B. die Sonne in ihrer größten südlichen Abweichung ist, so haben alle diejenigen Oerter, deren Breite 18°. 23′ gegen Süden ist, einen Tag von 23 Stunden ohne eine Nacht, die andern aber, deren Breite größer ist als 18°. 23′ sehen mehrere Tage die Sonne ober ihrem Sehekreise. Beym Mars, und Jupiter sind die Achsen fast senkrecht auf ihre Bahnen, und derohalben ist in diesen Laufsternen fast eine immerwährende Nachtgleiche. Allein dieß, und mehreres sollen Sie auf der Sphäre bequemer sehen.

Dampfhülle der Laufsterne.

Endlich damit ich nichts unberührt lasse, muß ich noch kurz dasjenige anführen, was uns Anlaß zur Muthmassung geben könnte, daß Mars eine Dampfhülle um sich habe. Als **Cassini** im Jahre 1672 einen Stern in dem Wassermanne beobachtete, bemerkte er, daß der Stern in einer Entfernung von 6 Minuten vom Mars so dunkel wurd, daß er nicht einmal mit einem 3 Fuß langen Fernrohre gesehen werden könnte. Etwas ähnliches wiederfuhr **Römern**, und aus diesem haben wir Ursache zu muthmassen, daß um den Mars eine Dampfhülle sey. Vielleicht kömmt die rothe Farbe dieses Sternes von seiner Dampfhülle her. Diejenigen,

welche

welche die dunklen Streife Jupiters für eine Gattung Wolken ansehen, müßen nothwendig eine solche Hülle um den Stern voraussetzen; aber mit welchem Grunde, lasse ich Sie urtheilen. Es wollten einige um den Merkur, und die Venus bey ihrem Durchgange durch die Sonnenscheibe einen lichten Ring gesehen haben, und schlossen hieraus, daß beyde Sterne eine Dampfhülle haben. Es trägt etwas zu dieser Muthmassung bey, daß wir in der Abbildung des Durchganges der Venus durch die Sonnenscheibe, welche Dunn gegeben hat, eine Art eines Bandes, oder Haftes sehen, durch welches der Rand der Venus mit dem Rande der Sonne zusammenhänget nicht anders, als ein Wassertropfen mit einer Fläche zusammenhänget, bevor er wegen seiner natürlichen Schwäre sich völlig von ihr absönderet. Wir wissen, daß der Kayserl. Astronom Hell das nämliche beobachtet hat. Aber Sie werden die ganze Sache noch als unbestimmt ansehen.

Der Ring Saturns.

Die wunderbareste Erscheinung in dem Sternenreiche ist der Ring Saturns. Er umgiebt den Körper des Sternes so, daß zwischen beyden ein lärer Raum verbleibt, dessen Breite der Breite des Ringes selbst gleich kömmt, und durch welchem man schon einen Stern gesehen hat; der Durchmesser des Ringes aber verhält sich zu dem Durchmesser Saturns, wie 7 : 3. Es ist nicht schwär aus der Lehre der Schwäre zu begreifen, wie der Ring um den Körper des Sternes frey schweben, und ohne Fall kann gehalten werden. Gewiß, wenn Sie um den Umfang eines grossen Kreises

ses der Erdkugel eine ununterbrochene Brücke bauen könnten, so würde sie sich wegen ihrer Schwäre, und der Kraft, mit welcher ein jeder Punct dem Mittelpuncte sich zu näheren trachtete, frey schwebend erhalten. Aber viel schwärer, und so zu sagen, unmöglich ist es zu bestimmen, was der Ring sey. **Maupertuis** glaubt, daß er im Anfange aus dem Schwanze eines Irrsterns entstanden sey. Doch mir gefällt bey dieser Meynung schon das nicht, daß man in einer so beständigen Sache seine Zuflucht zu einer, so zu sagen, zufälligen Ursache nimmt. Andere vermuthen, daß der Ring eine Sammlung von unzähligen Nebenläufern sey, welche zwar ziemlich weit von einander abgelegen sind, aber weil immer einer hinter den anderen stehet, und wir diese Abstände nicht entscheiden können, als ein ununterbrochener Ring dem Auge vorkommen müßen, fast so, wie wir die unzähligen in dem Milchwege zerstreueten Sterne nur für einen ununterbrochenen Streif an dem Himmel halten. Aber was wollen wir uns mit der Erzählung verschiedener Meynungen aufhalten, welche fast mit dem nämlichen Rechte können geläugnet werden, mit welchen man sie uns aufdringen will.

Eine eben so grosse Verschiedenheit der Meynungen trift man bey den Schriftstellern an, wenn es von der Erklärung der verschiedenen Erscheinungen des Ringes zu thun ist, denn, weil er bald eine vollkommene, und fast die ganze Scheibe des Saturns umgebende Ellipse, bald eine mehr, oder weniger zusammengedrückte Ellipse, bald nur zwey an den Stern angemachte

Griffe

Griffe vorstellet, bald gar verschwindet, so fügte es sich ganz natürlich, daß man einer ausserordentlichen Erscheinung eine nicht gemeine Ursach zugab. Allein Huyghens hat die Sache am natürlichsten erkläret, und klar gezeiget, daß sie eine optische Erscheinung sey, und ich werde sie Ihnen, so viel als es möglich ist, in einer Maschine vorstellen. Die gröβte Beschwärniß scheinet die gänzliche Verschwindung des Ringes zu machen. Doch sie geschieht aus drey Ursachen, denn erstens verschwindet er aus Mangel eines genugsamen Lichtes, und dieses ereignet sich damals, wann die Fläche des Ringes durch den Mittelpunct der Sonne gehet, in welcher Stellung nur allein der Rand, oder wenn es so zu reden erlaubet ist, die Schneide des Ringes beleuchtet werden kann; dergleichen Stellungen fallen auf die Jahre 1773 den 30ten December, 1789 den 20ten October, 1803 den 17ten Junius u. s. w. in welchem Falle der Ring jedesmal ein ganzes Monat unsichtbar ist. 2) Verschwindet der Ring, wenn seine Fläche durch das Aug des Beobachters durchgehet. 3) Endlich wenn die Fläche zwischen das Aug, und die Sonne so fällt, daß die Erde über den beleuchteten Theil des Ringes erhöhet ist.

Drittes Hauptstück.

Von den Nebenläufern insgemein.

Vielleicht hat man nirgends mehr, als in der Sternkunde erfahren, daß die Verbreitungen unserer Kenntnisse einen nothwendigen Zusammenhang mit den Sinnen haben. Die Verbesserungen des Gesichts, welche wir der glücklichen Erfindung der Fernröhre zu danken haben, haben uns vieles an dem Himmel entdecket, welches man nicht würde vermuthet, vielweniger gesucht haben. Diejenigen, die etwas von dem wunderbaren Zusammenhange, und Laufe der Gestirne wußten, warfen immer auf den Mond ein aufmerksames Aug, und konnten ihn niemals ohne eine Art der Entzückung ansehen. Er war der einzige, an den man die verschiedenen Veränderungen der Gestalt mit freyen Augen sehen konnte, und was noch mehr ist, der einzige, der von dem Laufe der übrigen Laufsterne abweicht, und nicht um die Sonne, sondern um die Erde daher geht; mit einem Worte, er war der einzige in seiner Gattung. Bilden Sie Sich ein, in welche Entzückung derjenige gerathen mußte, welcher der erste am Himmel neue, unserem Monde ähnliche Himmelskörper sah, und in der bishero bekannten Sonnenwelt neue Welte entdeckte.

Entdeckung der Trabanten Jupiters.

Galilei war jener glückliche, der im Jahre 1610, bald nach der Erfindung der Fernröhre 4 Trabanten um den Jupiter ausfand. Sie werden Sich leicht einfallen lassen, daß er mit seiner Erfindung groß that, und daß die übrigen in Europa zerstreueten Sternseher ihren Augen vielen Gewalt werden angethan haben, um etwas ähnliches bey anderen Laufsternen zu sehen. Doch aller Fleiß war bis auf das Jahr 1655 umsonst, in welchem **Huyghens** den vierten, und größten Trabanten des Saturns sah. Erst nach verflossenen 16 Jahren entdeckte **Cassini** den fünften, und nur nach, und nach die drey übrigen, von derer daseyn aber noch immer gezweifelt wurde, bis endlich in diesem Jahr hunderte **Pound**, und **Hadley** die Sache bestättigten, und besonders der letztere durch die Verbesserung der Spiegelröhre uns in den Stand setzte, sie leicht zu sehen.

Ob die Venus einen Trabanten hat?

Cassini scheinet durch die Erfindungen der Trabanten völlig begeistert gewesen zu seyn; er erzählet in den Geschichten der königl. Akademie, daß er erstens im Jahre 1672, und wieder im Jahre 1686 eine Erscheinung neben der Venus gesehen habe, welche man wahrscheinlicher Weise für einen Trabanten halten könne. Und diese ist die erste Beobachtung des nachmals so berühmten Trabanten der Venus, welche Glauben zu verdienen schien; denn die Beobachtungen eines **Fontana** ließen wegen der Unvollkommenheit der optischen Werkzeuge noch immer einen Zweifel nach sich.

Nach

Nach diesen ersten Beobachtungen sah weder **Cassini**, weder der um die Venus wohl verdiente **Bianchini**, noch jemand anderer einen Trabanten bis anf das Jahr 1740, da **Schort** ihn mit einem Gregorianischen Spigelrohr abermal entdeckte. Aber die Sache gerieth eben so geschwind wieder in Vergessenheit. Der berühmte Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe im Jahre 1761 schien die beste Gelegenheit an die Hand zu geben, aus einer so zweifelhaften Sache zu kommen. Aus allen aber, die sich mit dieser wichtigen Beobachtung beschäftigten, waren nur Herr **Montaigne** zu **Limoges**, Herr **Randkier**, und **Horrebow** zu Koppenhagen, und Herr **Montbarron** zu Auxerre allein, die den gesuchten Trabanten gefunden zu haben glaubten. Nach allen diesen Bemühungen würde die Sache nur noch verwirreter geworden seyn, wenn uns nicht der berühmte kaiserl. Astronom Herr **Hell** den Irrthum benommen, und die ganze Erscheinung für einen optischen Betrug erkläret hätte. Er hatte schon im Jahre 1758 die nämliche Erscheinung, und alsobald kam er auf den Gedanken, daß der vermeinte Trabant nichts anders, als das von dem Augensterne zurückgeworfene Bild der Venus selbst sey, welches man in dem Augenglase, wie in einem Spiegel sehe. Er hat die Erscheinung auf so viele Arten mit der Venus, mit dem Monde, selbst mit Wachskerzen hervorgebracht, daß nun ein jeder im Stande ist, sich einen Trabanten um den Mond, um den Mars u. s. w. nach belieben zu schaffen. Ich verweise Sie auf das

von dem Trabanten der Venus geschriebene Werkchen, welches viel wichtiges in sich enthält.

Daß die Nebenläufer von eben der Natur, und Beschaffenheit seyn, als die Hauptlaufsterne, läßt sich nicht zweifeln. Sie werfen einen Schatten auf die Scheibe des Hauptlaufsternes, wenn sie zwischen ihm, und der Sonne vorbeygehen, und sie werden im Widerspiele auch von seinem Schatten verdunkelt, folglich haben sie kein eigenes, sondern nur ein von der Sonne geborgtes Licht. Doch von den Finsternissen überhaupt werden wir nur etwas weniges, und gleichsam im vorbeygehen an jenem Orte melden, an welchem die Rede von den Sonn- und Mondes-Finsternissen seyn wird.

Die Bahn der Nebenläufer.

Das besonderste bey den Nebenläufern ist, daß ihre Bahn nicht unmittelbar um die Sonne, sondern um den Hauptlaufstern gezogen ist, um welchen sie in ihren gewissen, und bestimmten Zeiten also herumgehen, daß sie zugleich mit ihm auch um die Sonne herumlaufen. Doch, wenn wir eigentlich reden wollen, müßen wir bekennen, daß die wahre Bahn der Trabanten keine krumme Linie ist, welche sich um den Hauptlaufstern schließt, sondern vielmehr eine unmittelbar um die Sonne gezogene, aber vielfältig gekrümmte Linie, welche bald die erhobene, bald die zurückweichende Seite gegen die Sonne wendet. Eine kurze Ueberlegung wird Ihnen die Sache augenscheinlich machen. Bilden Sie

Fig. 44. Sich ein, AL sey ein Bogen (Fig. 44.), über welchen

ein

ein Hauptlaufstern zu nämlicher Zeit weggehet, zu welcher sein Trabant seinen ganzen Lauf einmal vollendet. Der Laufstern sey erstens in A, und der Trabant in dem Gegensatze (oppositio) in E, der Kreis EBHG stelle die vermeynte Laufbahn des Trabanten vor. Wenn AB der vierte Theil des Bogens AL, und die Bewegung beyderseits gleichförmig ist, so wird der Laufstern in B eben zu jener Zeit eintreffen, zu welcher der Trabant den vierten Theil seiner Bahn vollendet hat, und folglich auch in B ankömmt; Da nun beyde ihren Lauf fortsetzen, so wird der Laufstern weiter gegen C, und der Trabant von B, gegen H fortrücken u. s. w. Sie sehen schon, was aus diesem ungereimtes folgen müste, das mindeste wäre, daß der Trabant seinen Laufstern verließe. Die Sache aber verhält sich also: (Fig. 45.) Stellen wir uns vor, die zwey Laufsterne A, und E haben bey der Schöpfung in ihrer mittleren Entfernnug also gestanden, wie sie in A, und E in dem Gegensatze vorgestellet sind; nehmen wir ferner an, daß sie von der wirksamen Hand des Schöpfers zu gleicher Zeit eine Bewegung nach der Richtung der Tangenten AM, und EN bekommen, also daß jeder für sich allein mit Zuthuung der Mittelpunctskraft einen vollkommenen Kreis zur nämlichen Zeit um die Sonne hätte beschreiben müßen, und wir begreifen alsogleich, daß, wenn die beyden Körper gegen einander wirkloß, oder wenigstens überaus weit von einander entfernet wären, beyde ungehindert in ihren Laufbahnen um die Sonne fortgelaufen, beyde zu Hauptlaufsternen geworden wären. Fig. 45.

Da es aber nun eine bewiesene Sache ist, daß alle Körper durch die anziehende Kraft gegen einander wirken, und daß eben diese Kraft bey der nämlichen Entfernung sich umgekehrt, wie die anziehenden Körper selbst, verhält, so folget nothwendig, daß, weil eines Theils die Masse des Hauptlaufsternes die Masse des Nebenläufers vielfältig überwiegt, anderes Theils aber auch gewiß ist, daß sie sich einander sehr nahe sind, die Laufbahn des ersteren, wenigstens dem Scheine nach, unverändert verbleibe, der Weg des letzteren hingegen überaus verstaltet werde. Der Nebenläufer E wird nimmermehr in den Bogen EP ungehindert fortgehen können. Seine Bahn muß sich gegen den Hauptlaufstern biegen, und wie er weiter gegen B fortrücket, immer mehr sich krümmen, bis endlich der Hauptlaufstern in B, und der Nebenlaufstern in H eintrift, und damals ist der Trabant in dem einen Viertel; von dannen biegt sich die Bahn gegen den Laufstern hinauf, und fährt also fort bis in F, wo die Laufsterne in der Vereinigung sind, von F bis in I dauret noch immer die nähmliche Krümmung, und in D ist das zweyte Viertel u. s. w. Sie sehen hieraus, daß, obschon der Weg des Trabanten eine unmittelbar um die Sonne gezogene Linie sey, er dennoch uns also vorkommen müße, als wenn er den Hauptlaufstern umfassete. Denn, weil der Trabant in m und n zu jener Zeit ist, zu welcher der Hauptlaufstern in a, und b sich befindet, so bleiben ihre Abstände beyläufig die nämlichen, und folglich scheinet der Trabant aus dem Umfange eines Kreises niemals hinausgetretten zu seyn.

Uebri-

Uebrigens kommen bey den Nebenläufern alle die Ungleichheiten vor, welche wir in den Bewegungen des Mondes betrachtet haben; die nämliche Veränderlichkeit in der Geschwindigkeit, in der Figur der Laufbahnen, in dem Neigungswinkel auf die Bahn des Hauptlaufsternes, in der Zurückweichung der Knottenlinie u. s. w. und diese Abänderung fallen uns um so viel beschwerlicher, weil wir nicht in dem Mittelpuncte ihrer Laufbahn sind, und folglich nebst der Bestimmung so vieler Unordnungen auch auf die jährliche Parallaxe des Hauptlaufsternes zu allen Zeiten ein aufmerksames Aug haben müßen.

Ihre Größe.

Kein Aug ist sowohl bestellet, daß es die Trabanten des Jupiters, viel weniger diejenigen des Saturns ohne Beyhülfe der Fernröhre sehen könnte. Sie kommen in dem Rohre beyläufig in der Größe der Fixsterne von der sechsten Größe vor. Der Durchmesser der Trabanten läßt sich mit keinem Werkzeuge bestimmen; doch mißt man ihn durch den Zeitraum, welchen er braucht um in den Schatten des Hauptsternes sich gänzlich zu verbergen. **Maraldi**, und **Whiston** haben sich dieses Mittels bedienet; aber der Unterschied, den man in ihren Bestimmungen antrift, zeiget schon deutlich genug, daß diese Art nicht die sicherste sey. **Cassini** hat so gar geglaubet, etwas gefunden zu haben, aus dem er die richtige Folge machen könne, daß die Trabanten sich um ihre Achse drehen. Er hat bemerket, daß man zuweilen, wann der Trabant unter der Scheibe

des Hauptlaufsternes vorbeygehet, nebst den Schatten auch den Trabanten selbst unter der Gestalt einer dunklen Mackel auf der lichten Scheibe sieht, meistens aber gar nicht sieht. Nun glaubt er keine andere Ursache von dergleichen Erscheinungen finden zu können, als daß es auf dem Körper des Trabanten Makeln geben müße, welche sich mit dem Körper selbst herumdrehen, und wann sie gegen uns gewendet sind, den Laufstern unsichtbar machen. Aber genug von den Ungewißheiten. Wir wollen den Mond insonderheit betrachten, von dessen Beobachtungen sich vieles auf die Nebenläufer überhaupt wird anwenden lassen.

Viertes Hauptstück.

Von den verschiedenen Erscheinungen, Hauptbewegungen, Auf- und Niedergange des Mondes.

Es wäre überflüßig, Sie überweisen zu wollen, daß der Mond ein in sich selbst lichtloser Körper sey; seine verschiedenen Erscheinungen lassen uns daran nicht zweifeln. Daß eben diese Erscheinungen ihren Ursprung von der verschiedenen Stellung des Mondes gegen die Erde, und die Sonne haben, ist auch gewiß, nur allein die Entstehungsart brauchet eine Erklärung. Damit wir ordentlich fortschreiten, müßen wir es als eine gewisse Sache annehmen, daß allzeit nur eine Halbkugel

des

des Mondes von der Sonne beleuchtet werde. Denn obschon in der That allzeit etwas über die Hälfte die Sonnenstralen empfängt, so kann doch dieser kleine über die Hälfte beleuchtete Theil für eben so viel als nichts angesehen werden. **Zweytens** läßt sich auch annehmen, daß, weil die Sonnenstralen in so ungeheueren Entfernungen dem Scheine nach gleichlaufend sind, die Fläche des Beleuchtungskreises *ab* (Fig. 46.) in allen Stellen mit sich selbst reimend verbleibe. **Drittens** werden Sie mir leicht zulassen, daß man von einer Kugel niemals mehr auf einmal sehen kann, als beyläufig einen halben Theil von ihrer ganzen Oberfläche, welche von einem der größten Kreise begränzet wird, den ich den Sehekreis nenne, und dessen Fläche auf der Linie, die durch den Mittelpunct der Kugel, und das Aug des Zusehers gezogen würde, senkrecht stehet. Nach diesen Voraussetzungen ist es gewiß, daß, wenn der Mond keine andere, als nur diejenige Bewegung um die Sonne hätte, die ihm mit der Erde gemein ist, niemals diese Veränderung in seiner Gestalt vorkommen könnten, und eben darum ist es unlaugbar, daß er seine verschiedenen Erscheinungen der monatlichen Bewegung um die Erde zu verdancken hat. Die Sache wird in einer Vorstellung augenscheinlich werden. Doch halten Sie Sich nicht darüber auf, daß ich die Laufbahn des Mondes als einen Kreis vorstelle; Sie wissen schon, daß die Erscheinungen allhier die nämlichen seyn müßen, welche in der wahren Laufbahn dieses Gestirns vorkommen. Fig. 46.

Ursache der veränderlichen Gestalt des Mondes.

Es sey denn der Mond **erstens** in A, zwischen der Sonne, und der Erde, das ist, in der Vereinigung. In dieser Stellung ist die von der Sonne beleuchtete Halbkugel a d b, und die von der Erde sichtbare a c b, mithin wird der Beleuchtungskreis auf den Sehekreis fallen, und die beleuchtete Halbkugel völlig von dem Auge abgewendet seyn. Man sieht in dieser Stellung nichts von dem Monde, und die Erscheinung heißt **Neumond.**

Entfernet sich der Mond von A bis in B, so daß er 45° von der Sonne gegen Morgen abweicht, so wird in B der Beleuchtungskreis *b a*, wie in A, und überall in der nämlichen Richtung forthin verbleiben, der Sehekreis c d aber fängt an, so bald der Mond von A abweicht, sich auf den Beleuchtungskreis zu neigen unter einem Winkel, der immer dem Abweichungswinkel des Mondes von der Sonne gleich ist, und folglich in B 45° beträgt. Daher ist die sichtbare Halbkugel des Mondes c b d, deren größerer Theil verfinsteret ist. Kömmt der Mond in C auf 90° Grad von A, so schneiden sich die besagten zwey Kreise auf einen geraden Winkel, die sichtbare Halbkugel c b d ist halb beleuchtet, und muß auch in dieser Gestalt erscheinen. Diese Erscheinung bekommt den Namen eines **Viertels,** weil der Mond den vierten Theil seiner Laufbahn schon vollendet, oder noch zu vollenden hat. Entfernet er sich von der Sonne, wie in C, so heißt es das **erste Viertel,** nähert er sich aber der Sonne bis auf 90°,

so

so nennet man es das **zweyte Viertel.** Von C bis I begreift die sichtbare Halbkugel c b d durchaus einen größeren Theil der beleuchteten, als unbeleuchteten Oberfläche in sich, bis endlich in I der Sehekreis mit dem Beleuchtungskreise wieder übereinkömmt, und die ganze beleuchtete Oberfläche des Mondes sich unserem Gesichte zeiget, diese Erscheinung wird der **Vollmond**, oder der **Gegensatz** genennet. Von dieser Stellung kommen wieder die nämlichen Erscheinungen vor, und der Mond wächst stuffenweise ab, nach eben dem Verhältnisse, nach welchem er vorher gewachsen ist.

Eben so leicht werden Sie begreifen, warum der Mond bald hornigt, bald halb abgeschnitten, bald buckeligt erscheinet. Ich werde Sie nur eines, und des anderen Grundsatzes erinneren. **Erstens** müßen Sie niemals außer Acht lassen, daß die Gränzenlinie *b a* nicht gerad, sondern kreisförmig ist, und daß deren Fläche auf die von dem Auge des Zusehers in T zu dem Mittelpuncte des Mondes gezogene Linie bald senkrecht, bald geneigt ist, ja auch in zwey Stellungen mit ihr übereinkömmt. **Zweytens** erinneren Sie Sich noch aus der Metaphysick, daß der Ort eines Punctes durch die andern in das Aug fallenden Gegenstände bestimmet wird, besonders, wenn diese unbeweglich, und selbst keiner Veränderung unterworfen sind. Weil nun der äußerste Rand des Mondes kreisförmig ist, sein Körper aber wegen der Entfernung uns nur in der Gestalt einer Scheibe vorkömmt, so ist es ganz natürlich, daß das

Ursache der veränderlichen Gestalt des Mondes.

Es sey denn der Mond erstens in A, zwischen der Sonne, und der Erde, das ist, in der Vereinigung. In dieser Stellung ist die von der Sonne beleuchtete Halbkugel a d b, und die von der Erde sichtbare a c b, mithin wird der Beleuchtungskreis auf den Sehekreis fallen, und die beleuchtete Halbkugel völlig von dem Auge abgewendet seyn. Man sieht in dieser Stellung nichts von dem Monde, und die Erscheinung heißt **Neumond.**

Entfernet sich der Mond von A bis in B, so daß er 45° von der Sonne gegen Morgen abweicht, so wird in B der Beleuchtungskreis *b a*, wie in A, und überall in der nämlichen Richtung forthin verbleiben, der Sehekreis c d aber fängt an, so bald der Mond von A abweicht, sich auf den Beleuchtungskreis zu neigen unter einem Winkel, der immer dem Abweichungswinkel des Mondes von der Sonne gleich ist, und folglich in B 45° beträgt. Daher ist die sichtbare Halbkugel des Mondes c b d, deren größerer Theil verfinsteret ist. Kömmt der Mond in C auf 90° Grad von A, so schneiden sich die besagten zwey Kreise auf einen geraden Winkel, die sichtbare Halbkugel c b d ist halb beleuchtet, und muß auch in dieser Gestalt erscheinen. Diese Erscheinung bekommt den Namen eines **Viertels,** weil der Mond den vierten Theil seiner Laufbahn schon vollendet, oder noch zu vollenden hat. Entfernet er sich von der Sonne, wie in C, so heißt es das **erste Viertel,** nähert er sich aber der Sonne bis auf 90°,

so

so nennet man es das **zweyte Viertel.** Von C bis I begreift die sichtbare Halbkugel c b d durchaus einen größeren Theil der beleuchteten, als unbeleuchteten Oberfläche in sich, bis endlich in I der Sehekreis mit dem Beleuchtungskreise wieder übereinkömmt, und die ganze beleuchtete Oberfläche des Mondes sich unserem Gesichte zeiget, diese Erscheinung wird der **Vollmond**, oder der **Gegensatz** genennet. Von dieser Stellung kommen wieder die nämlichen Erscheinungen vor, und der Mond wächst stuffenweise ab, nach eben dem Verhältnisse, nach welchem er vorher gewachsen ist.

Eben so leicht werden Sie begreifen, warum der Mond bald hornigt, bald halb abgeschnitten, bald buckeligt erscheinet. Ich werde Sie nur eines, und des anderen Grundsatzes erinneren. **Erstens** müßen Sie niemals außer Acht lassen, daß die Gränzenlinie *b a* nicht gerad, sondern kreisförmig ist, und daß deren Fläche auf die von dem Auge des Zusehers in T zu dem Mittelpuncte des Mondes gezogene Linie bald senkrecht, bald geneigt ist, ja auch in zwey Stellungen mit ihr übereinkömmt. **Zweytens** erinneren Sie Sich noch aus der Metaphysick, daß der Ort eines Punctes durch die andern in das Aug fallenden Gegenstände bestimmet wird, besonders, wenn diese unbeweglich, und selbst keiner Veränderung unterworfen sind. Weil nun der äußerste Rand des Mondes kreisförmig ist, sein Körper aber wegen der Entfernung uns nur in der Gestalt einer Scheibe vorkömmt, so ist es ganz natürlich, daß das

Aug eben diese Fläche für ein Vergleichungsziel annimmt, um die Oerter der verschiedenen lichten Puncte des Mondes zu bestimmen. Diesem zu Folge, fällt der Sehekreis auf den Beleuchtungskreis, so werden wir den Mond entweder ganz beleuchtet, wie bey dem Vollmonde in I, oder gar nicht beleuchtet sehen, wie bey dem Neumonde in A. Ist der Sehekreis c d auf den Beleuchtungskreis b a senkrecht, wie in C und L, so wird der von dem Auge T zu dem Mittelpuncte des Mondes gezogene Stral T a auf der Fläche des Beleuchtungskreises seyn, welche den durch das Aug des Zusehers gehet, und folglich in der Gestalt einer geraden Linie erscheinen muß. Alles dieses ist von sich selbst deutlich, und mithin kömmt es nur auf jene Stellungen des Mondes an, an welchen er mehr, oder weniger als halb beleuchtet erscheinet.

Es sey den der Mond in B, seine beleuchtete Oberfläche b e a, der Beleuchtungskreis b a, der Sehekreis c d, wie vorhin. Wenn Sie Sich nun einbilden, daß von dem Auge T durch den höchsten von der Sonne beleuchteten Theil b ein Gesichtsstral gezogen, und bis auf die Fläche des Sehekreises in i verlängert werde, so ist es aus dem kurz zuvor angenommenen Satze klar, daß das Aug den Punct b nicht in b, wo er wirklich ist, sondern vielmehr in i zu seyn vermeynen wird. Weil nun das nämliche mit allen Puncten des sichtbaren Theiles des Beleuchtungskreises vorgehet, so vermeynet man, daß der Bogen b x auf der Fläche des Sehekreises liege, und seine Puncte den äußersten Rande des

Mon-

Mondes näher seyn, als sie wirklich sind, mithin wird seine Gestalt zusammen gedrückt, und elliptisch erscheinen, und mit dem Rande des Mondes beyderseits Hörner gestalten. Die scheinbare Gestalt ist in D vorgestellet. Wenn Sie mehrere Stellungen des Mondrs, als z. B. die in N u. s. w. untereinander vergleichen, und überall die Linien T i, und T x ziehen, so werden Sie erstens bemerken, daß diese Linien sich desto mehr nähern, je weiter der Mond von der Sonne sich entfernet, bis sie endlich bey dem ersten Viertel völlig aufeinander fallen, aus welchem denn folget, daß sich der beleuchtete Theil des Mondes allzeit mehr dem Mittelpuncte der Scheibe nähert, und bey dem Viertel durch den Mittelpunct selbst durchgehet. Sie werden weiter bemerken, daß bis auf das Viertel die Linie T i immer dem äußersten beleuchteten Rande des Mondes näher sey, als die Linie T x, nach dem Viertel aber näher als die Linie T x an den finstern Rand falle, und hieraus werden Sie schließen, daß der vermeynte Ort des Punctes b auf dem nicht beleuchteten Theile der Mondscheibe seyn, und der Bogen b x des Beleuchtungskreises elliptisch, aber umgekehrt vorkommen müße. Wie sich die Sache auf der andern Seite der Laufbahn I L A verhalte, darf ich nicht sagen; es ist alles von sich selbst klar. Ich werde aber nicht unterlassen alle diese Erscheinungen des Mondes Ihnen in einer Maschine nach der Natur vorzustellen, in welcher Sie auch den Zusammenhang der verschiedenen Ursachen sehen werden.

Niemanden ist unbekannt, daß die Gestalten des Mondes alle Monate nach eben der Ordnung wieder zurückkommen; aber ich zweifle billig, ob es auch allen genau bekannt sey, was eigentlich ein Monat sey. Bey den Sternkündigen giebt es einen Monat von 27T. 7St. 43′. 5″, und einen andern von 29T. 12St. 44′. 3″. den ersten nennen sie einen **periodischen**, den zweyten einen **synodischen** Monat, der Unterschied von beyden ist 2T. 5St. 0′. 58.

Der Unterschied zwischen einem periodischen und synodischen Monate.

Sie wissen, daß man die Dauer eines ganzen Umlaufes eines Laufsternes durch seine Zurückkunft zu einem festgesetzten Puncte mißt. Man kann sie mit den Fixsternen, oder mit der Sonne vergleichen. Nehmen Sie an, daß Sie heut den Mond nahe bey einem gewissen Fixstern sehen, so werden Sie bemerken, daß er nach dem Verlaufe einer nicht allzulangen Zeit von eben dem Stern gegen Sonnen-Aufgang sich schon merklich entfernet hat, und wenn sie morgen um die nämliche Stunde den Mond wieder betrachten, so werden Sie bemerken, daß er von dem Stern beyläufig 13 oder 14 Grade gegen Morgen zurückgeblieben ist, das nämliche wird die folgende Tage geschehen, bis er um ganze 180° von dem Sterne abgewichen ist; Nach diesem werden Sie sehen, daß er an der Abendseite dem Sterne sich wieder nähere, und endlich nach durchgelaufenen Himmelskreis auf dem ersten Orte erscheine. Wenn Sie den Zeitraum abgemessen, so finden Sie, daß 27T. 7St. 43′. 5″ verflossen sind.

Und

Und eben diesen Zeitraum nennet man einen periodischen Monat. Vergleichen Sie aber den Zeitraum mit der Sonne, so muß er verlängeret werden; Denn weil zu nämlicher Zeit die Erdkugel in ihrer Bahn um die Sonne fortgehet, wird der Mond nach vollendeter Periode die Sonne nicht mehr an dem nämlichen Orte antreffen, an welchem er sie verlassen hat. Es sey T t der zwölfte Theil des Kreises, über welchen die Erde in einem Monate weggehet, (Fig. 47.) die Erde sey erstens in T, und der Mond in der Vereinigung in L. Es ist klar, daß der Mond einen Umlauf wird vollendet haben, wenn er wieder auf den nämlichen Punct L, oder was das nämliche ist, auf den äussersten Punct L des Durchmessers M L zurückkommen wird. Weil nun innerhalb dieses Zeitraumes die Erdkugel bis in t fortrücket, so wird der Durchmesser M L, der sich immer parallel verbleibt, die Stellung m l haben, und nimmer durch die Sonne durchgehen, folglich wenn der Mond nach einem Umlaufe in l wieder ankömmt, wird er noch nicht in der Vereinigung seyn, sondern er wird über den Bogen l N, der allzeit dem Bogen T t ähnlich ist, weggehen müßen, um in eben der Stellung mit der Sonne, und der Erde zu seyn, in welcher er in L war. Da also der Bogen T t, oder L N 27° hat, so werden Sie leicht finden, daß ihn der Mond innerhalb 2T. 5St. 0′. 58″ durchlaufen wird, welches zu den 27T. 7St. 43′. 5″ zugesetzet einen synodischen Monat giebt, nach welchem der nämliche Neumond, und überhaupt die nämlichen Erscheinungen wieder zurückkommen. Fig. 47.

So

Wie findet man den Tag des Neumondes?

So viel von den Mondes Erscheinungen überhaupt. Wollen Sie aber den Tag des Neu- oder Vollmondes selbst bestimmen, so werden Sie es durch die Epacte leicht zuwege bringen. Ich gebe Ihnen diese allgemeine Regel: Nachdem Sie das Jahr, und den Monat, für welche Sie den Neumond suchen, bestimmet haben, so suchen Sie erstens die diesem Jahre zukommende Epacte, nachdem zählen Sie die von dem Märzen verflossenen Monate bis auf den bestimmten, den Märzen mit einbegriffen; die Zahl der Monate setzen Sie zu der Epacte, und die Summe ziehen Sie von 29 ab, wenn der Monat 30 Tage hat, oder von 30, wenn er 31 Tage hat, die Zahl, die überbleibt ist der Tag des Neumondes. Ist die Summe größer, als 29, oder 30, so ziehe man sie von 59 ab. Suchet man aber den Neumond für die ersten zwey Monate des Jahrs, so setze man 1. zur Epacte, und die Summe von 30 für den Jenner, oder von 29 für den Februarius abgezogen, wird den gesuchten Tag geben. Im Beyspiele: ich suche den Neumond für den April des 1774 Jahrs.

Die Epacte dieses Jahrs ist	17
Die Zahl der Monate März und April	2
Die Summe	19.

Weil nun der April 30 Tage hat, so ziehe ich die gefundenen 19 von 29 ab, der Unterschied 10 zeiget, daß den 10ten April Neumond seyn wird. Setzen Sie zu 10 noch andere 15 Tage, das ist, den halben Um-

lauf

lauf des Mondes hinzu, so bekommen Sie 25, folglich wird den 25ten dieses Monates Vollmond seyn.

Sie werden Sich freylich leicht einfallen lassen, daß diese Art der Berechnung sehr unvollkommen sey, und eben darum füge ich hier Tabellen aus Hells Ephemeriden bey, in welchen die Epacten nicht nur auf Jahre, sondern auch auf Monate berechnet sind. Aus diesen schreibe man erstens die dem Jahre, hernach die dem Monate zustehende Epacte heraus, man setze sie zusammen, und ziehe sie von einem, oder von mehreren Umläufen des Mondes ab, was übrig bleibt, giebt den Tag, die Stund, und Minute, an welchem der Neumond sich ereignen wird. Aber weil die Tabelle nach dem Pariser Mittagskreise berechnet sind, wird die gefundene Zeit eine Verbesserung brauchen, und zum Beyspiele allhier in Wien mit 56'. 10" vermehret werden müßen, wie ich es an einem anderen Orte gelehret habe.

Ich suche zum Beyspiele den Neumond auf den April des 1776sten Jahres. Weil in den Tabellen das 1776ste Jahr nicht zu finden ist, so nehme ich das Jahr 1716, und das Jahr 1760, welche zusammen 1776 betragen;

Es ist also die Epacte des Jahrs 1716.	6T.	20St	26'.	11".
Die Epacte des Jahrs 1760.	3.	7.	13.	27.
Die Epacte des Monates April	1.	9.	47.	50.
Die Summe	11.	13.	27.	28.

Die Summe ziehe man von einer

Revolution ab, das ist von	29.	12.	44.	3.
Die Differenz	9T.	23St.	16'.	35".

ist die gesuchte Zeit des Neumondes in Paris, zu welcher, wenn ich 56′. 10″ hinzusetze, werde ich 10☿. 0☉t. 12′. 45″ für die Zeit des Neumondes in Wienn bekommen. Setze ich noch 14☿. 18☉t. 22′. 1″, das ist, eine halbe Revolution hinzu, so wird mir die Zeit des Vollmondes 24☿. 18☉t. 34′. 46″ bestimmet. Diese Art der Bestimmung ist zwar für die bürgerlichen Gebräuche genau genug, von der Wahrheit aber weichet sie so viel ab, daß man auch um einen ganzen Tag fehlen kann, und derohalben ist es nicht möglich sich von den beschwerlichen Berechnungen los zu machen, wenn man hierinn eine Genauigkeit suchet. Doch dieses ist unsere Sache nicht.

Die Epacten der Julianischen Jahre nach Christi Geburt.

	T. St. ′ ″
B. 100	1 18 52 33
B. 1000	21 18 30 17
B. 1500	0 1 28 57

Die Epacten der Gregorianischen Jahre.

	T. St. ′ ″
B 1600	15 6 0 44
C. 1700	9 21 48 27
1701	20 12 59 49
1702	1 15 27 9
1703	12 6 38 31
B. 1704	23 21 49 54
1705	5 0 17 14
1706	15 15 28 36
1707	26 6 39 59
B. 1708	8 9 7 19
1709	19 0 18 42
1710	0 2 46 2
1711	10 17 57 24
B. 1712	22 9 8 47
1713	3 11 36 6
1714	14 2 47 29
1715	24 17 58 51
B. 1716	6 20 36 11
1717	17 11 37 33
1718	28 2 48 56
1719	9 5 16 15
B. 1720	20 20 27 38

Die Epacten auf jedes Jahr.

	T. St. ′ ″
1	10 15 11 22
2	21 6 22 45
3	2 8 50 4
B. 4	14 0 1 27
5	24 15 12 50
6	5 17 40 9
7	16 8 51 31
B. 8	28 0 2 54
9	9 2 30 14
10	19 17 41 36
11	◉ 20 8 56
B. 12	12 11 20 18
13	23 2 31 40
14	4 4 59 0
15	14 20 10 22
B. 16	26 11 21 45
17	7 13 49 4
18	18 5 0 27
19	28 20 11 49
B. 20	10 22 39 10
B. 40	21 21 18 20
B. 60	3 7 13 27
B. 80	14 5 52 37
C. 100	24 4 31 47
B. 100	25 4 31 47
B. 200	20 20 19 32
B. 300	16 12 7 16
B. 400	12 3 55 0
B. 500	7 19 42 43

Die Epacten auf jeden Monat.

	T. St. ′ ″
Jenner	0 0 0 0
Febr.	1 11 15 57
März	29 11 15 57
April	1 9 47 50
May	1 21 3 47
Juni	3 8 19 43
Juli	3 19 35 40
August	5 6 51 37
Sept.	6 18 7 33
Octob.	7 5 23 29
Novem.	8 16 39 26
Decem.	9 3 55 23

Mittlere synodische Umlaufe des Mondes.

	T. St. ′ ″
1	29 12 44 3
2	59 1 28 7
3	88 14 12 10
4	118 2 56 10
5	147 15 40 17
6	177 4 24 20
7	206 17 8 23
8	236 5 52 27
9	265 18 36 30
10	295 7 20 33

Wie kennet man, ob der Mond wächst?

Die verschiedenen Gestaltsveränderungen in dem Monde sind die Ursache, daß er schon von den ältesten Zeiten her ein Ebenbild eines unbeständigen, und veränderlichen Mannes sey, ja man pflegt zu sagen, der Mond sey ein ewiger Lügner, er zeige sich, als wenn er im wachsen wäre, eben zu jener Zeit, da er abnimmt, und im Widerspiele; Man hat es so gar zu einer Regel gemacht, welche, wenn sie in lateinischer Sprache vorgetragen wird, so ziemlich Stich hält. Uebrigens wird Ihnen zu einer allgemeinen Regel dienen, daß der Mond wächst, wenn sein beleuchteter äußerster Rand gegen Abend gewendet ist, und abnimmt, wenn dieser Rand gegen Morgen sieht. Die Ursache ist klar, denn, weil der Lauf des Mondes von Abend gegen Morgen ist, so entfernet er sich vom Neumonde angefangen beständig gegen die Morgenseite von der Sonne, und läßt sie nach sich gegen Abend zurücke, folglich weil allzeit der an die Sonne gewendete Theil beleuchtet ist, muß der äußerste beleuchtete Theil gegen Abend bis zum Vollmonde, das ist, so lang er wächst, gewendet seyn. Nach diesem fängt der Mond wieder an der Sonne sich zu näheren durch die Puncte, K, L, M (Fig. 46.) welche mehr gegen Abend gelegen sind, als die Sonne, und eben darum wird sein morgenseitiger Rand beleuchtet seyn.

Fig. 46.

Die Zeit des Auf- und Niederganges

Diese Anmerkung giebt Ihnen eine leichte Art an die Hand, die Zeiten des Auf- und Niederganges des Mondes für einen jeden Tag zu bestimmen. Sie sehen daß beym Neumonde die Sonne, und der Mond gegen

den

den nämlichen Welttheil, und fast in einer geraden Linie sind, daher schließen Sie, daß der Mond im Neumonde mit der Sonne zur nämlichen Stunde auf, und niedergehe. Nach dem Neumonde läßt er sie immer gegen Abend nach sich, und darum wird er uns später aufgehen, als die Sonne, und dieses so lang, bis beyde Gestirne wieder in einer geraden Linie mit der Erde, und sich schnur gerade entgegen gestellet sind, welches im Vollmonde geschieht. In dieser Stellung gehet der Mond gerade um jene Zeit auf, um welche die Sonne niedergehet, und im Widerspiele. Nach dem Vollmonde bleibt der Mond mehr gegen Abend zurücke, als die Sonne. Hieraus machen Sie Sich diese Regel: Wenn der beleuchtete Rand des Mondes gegen die Abendseite sieht, gehet der Mond später auf, als die Sonne, früher im Wiederspiele, wenn er gegen die Morgenseite gewendet ist. Wollen Sie die Stunde selbst wissen, so wird Ihnen die folgende Anmerkung behülflich seyn. Weil der Mond innerhalb 24 Stunden um 13 Grade beyläufig weiter fortgehet, als die Sonne, bey der Geschwindigkeit des Mondes aber auf 13 Grade beyläufig 51′, oder eine Stunde in dem Zeitraum gerechnet wird, so folget nothwendig, daß, weil beym Neumonde beyde Gestirne zur nämlichen Zeit aufgehen, den ersten Tag nach dem Neumonde der Mond um 51′ später aufgehe, als die Sonne, den zweyten Tage wieder um 51′, das ist fast schon um 2 Stunden später, und so weiter bis zum Vollmonde, wo der Mond aufgehet, wenn die Sonne niedergehet. Nach diesem

des Mondes.

fängt der Mond an um 51′ früher aufzugehen, als die Sonne, und beschleuniget täglich um eben so viele Minuten seinen Aufgang bis zum folgenden Neumonde. Weil nun der Auf- und Niedergang der Sonne, und des Mondes niemals über 12 Stunden voneinander abstehen können, so theilen Sie in ihren Gedanken die ganze Mondscheibe in 12 gleiche Theile, derer jeder beyläufig mit einer Stunde in dem Zeitraume übereinkömmt. Nach diesem machen Sie Sich die beständige Regel: So lang der Mond wächst, gehet er beyläufig um so viel später auf als die Sonne, wie viel von diesen Theilchen in dem beleuchteten Theile der Mondscheibe sind, nimmt der Mond aber ab, so gehet er um so viel Stunden früher auf, als die Sonne, so viel dergleichen Theilchen in der Finsterniß versteckt sind. Z. B. Es sey den 12ten April der Mond im ersten Viertel, so sind $\frac{6}{12}$ beleuchtet, es wird also der Mond um sechs Stunden später aufgehen, als die Sonne, das ist beyläufig um Mittage, u. s. w. Die Tage nach demjenigen Vollmonde, der um die Herbstnachtgleiche sich ereignet, haben in diesem Stücke etwas besonders in den nordlichen Ländern, denn fast eine ganze Woche nach diesem Vollmonde ist der Zwischenraum zwischen dem Untergange der Sonne, und dem Aufgange des Mondes so gering, daß man kaum einen Abgang des Lichtes bemerket. Man hat diese Zeit den **Jäger-** und **Hirtenmonat** genennet. Woher dieß geschehe, läßt sich sehr leicht begreifen, aber noch leichter auf der Sphäre zeigen, zu welcher ich Sie verweise.

Es bemerkte einstens ein in den Himmelserscheinungen wenig erfahrner Mann, daß der Mond, wenn er mit vollem Lichte scheint, im Sommer an eben dem Puncte aufgehe, an welchem im Winter die Sonne aufzugehen pflegt, und im Widerspiele. Da ihm die Sache wunderbar schien, gab ich ihm die Sphäre in die Hand, und, nachdem ich allen Fleiß angewendet, ihn zu belehren, entließ ich ihn so vergnügt, als hätte er etwas neues erfunden. Die Sache aber verhält sich also: weil der Mond alle Monate einmal um die Erde herumgehet, und zwar in einer Bahn, welche über die Erdbahn nur ein wenig erhoben ist, so hält er alle Monate fast eben den Lauf, den die Sonne in einem Jahre; folglich scheinet er, oder vielmehr der Punct des Sehekreises, an welchem der Mond auf- und nieder gehet, alle Monate durch einen Bogen des Sehekreises RS (Fig. 48.) bald gerade fortzugehen von R bis S, bald wieder von S bis R zurückzukehren eben so, wie wir es bey der Sonne bemerket haben. Weil nun der Vollmond allzeit in dem Gegensatze geschieht, so ist es klar, daß, wenn die Sonne in den mitternächtlichen Himmelszeichen ist, der Vollmond in den mittägigen geschehe u. s. w. Daher, wenn die Sonne in ♋ ist, wird der Vollmond in X seyn; nun aber denselben Tag gehet die Sonne über den Reimling ♋M, und der Mond über XN, folglich wird die Sonne in dem Puncte R, und der Mond in S aufgehen. Aber den Reimling XN hat die Sonne im Winter beschrieben, also u. s. w. Fig. 48.

Fünftes Hauptstück.

Von den Mackeln, der Atmosphäre, Bewegung um die Achse, und schwankenden Bewegung des Mondes.

Bewegung um die Achse.

Erst vor kurzer Zeit haben Sie gehöret, wie man aus der Bewegung der in dem Körper der Laufsterne sichtbaren Mackeln die Bewegung der Laufsterne selbst um ihre Achse bestimme. Wenn Sie auf eben diese Art mit dem Mond umgehen wollen, so müßen Sie vor allem die beständigen Mackeln von den unbeständigen unterscheiden. Diese veränderen ihr Ort immer, sie verlängern, und verkürzen sich, oft verschwinden sie ganz, und gar, sie sind also zu dem vorgesetzten Ziele durchaus unnütz. Beobachten Sie aber die beständigen Flecken, so werden Sie Sich nicht wenig verwunderen, daß Sie nach aller Mühe keine Bewegung in ihnen entdecken können, eine geringe ausgenommen, von welcher Sie alsobald hören sollen. Werden Sie daraus den Schluß machen, der Mond drehe sich keineswegs um seine Achse? Nein! Sie werden vielmehr des Widerspieles versichert seyn, ja was noch mehr ist, Sie werden so gar die Zeit bestimmen, und ganz richtig behaupten, die Bewegung geschehe in einem Zeitraum von $27^{T.}\ 7^{St.}\ 43'.\ 5''$, das ist, zu eben der Zeit, zu welcher der Mond einmal um die Erde gehet.

Denn,

Denn, wie könnte es geschehen, daß die nämlichen Flecken unbeweglich verblieben, und allzeit die nämlichen gegen uns gewendet wären, wenn nicht immer durch die Bewegung um die Achse von dem Gesichte des Mondes eben so viel zu der Erde gewendet würde, als durch die monatliche Bewegung von ihr weggedrehet wird? Wollen Sie die Sache augenscheinlich bewiesen haben? Ich stelle diese Sphäre in die Mitte des Zimmers; nun begehre ich, Sie sollen einmal in einem Kreise um sie herumgehen, doch also, daß Sie die Sphäre niemals aus dem Gesichte verlieren. Glauben Sie dieß zuwege bringen zu können, wenn Sie nicht zugleich in einem Kreise gehen, zugleich aber auch Sich einmal um Sich selbst herumdrehen?

Gleichwie wir niemals das Vergnügen haben, die von uns abgewendete Seite des Mondes zu sehen, eben so wiederfährt auch niemals den Inwohnern jener Seite des Mondes das Glück, daß sie unsere Erde zu Gesichte bekommen. Ich nenne es ein Glück, und mit Rechte; Denn, weil unsere Erdkugel, wenn sie im vollen Lichte ist, beyläufig 16 mal größer vorkommen muß, als der Mond, so werden Sie Sich leicht einbilden, mit welcher Pracht sie im Himmel erscheine. Die beglückten Einwohner des zu uns gewendeten Theiles, wenn sie doch von einem scharfen Gesichte, und mit Fernröhren versehen sind, werden auf unserer Erde die schöne Abwechslung der festen Erde, und der Meere, unsere Gebürge, und Thäler, ich will nicht sagen, unsere Städte entdecken. Ich scherze nicht, denn,

weil die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde 60 Halbmesser der Erde beträgt, so überspannet ein Grad von der Oberfläche der Erde in der Entfernung des Mondes genau einen Winkel von einer Minute, er kann also von einem unbewaffneten Auge entdecket werden. Setzen Sie nun den Fall, es sey in dem Monde ein Astronom, der ein Fernrohr, welches 100 mal vergrößeret, besitze, und er wird schon einen Flecken entdecken, dessen Durchmesser $\frac{1}{100}$ Theil eines Grades, oder $\frac{1}{100}$ von 15 teutschen Meilen, das ist, 3000 Fuß groß ist, vergrößeret sein Rohr 1000 mal, so wird er eine Strecke von 300 Fuß im Durchmesser sehen. Ist wohl eine Stadt, ich will nicht sagen, ein Dorf, auf der Oberfläche der Erde, derer Länge weniger austrägt?

Was die Ursache von der genauen Uebereinstimmung der Bewegung um die Achse mit der periodischen sey, ist unbekannt. Newton scheint geglaubet zu haben, daß der Mond, wenn er im Anfange flüßig, und von gleichförmiger Materie war, wegen der anziehenden Kraft der Erdkugel die Figur von einer länglichten Sphäroide bekommen habe, also, daß der längsdurchgehende Durchmesser allzeit gegen die Erde gewendet sey, und wenn er auch zuweilen abweichen sollte, doch wieder zur nämlichen Stellung zurückkehre. Daß die anziehenden Kräfte zu der Gestalt des Mondes etwas beytragen, ist ohne Zweifel, ob sie aber auch einen Einfluß in die nun gemeldete Erscheinung haben, läßt sich nicht gewiß bestimmen, und wenn ich in dieser Sache

etwas

etwas sagen wollte, so gäbe ich schon lieber einer Erscheinung, welche in allen übrigen Laufsternen entdecket wird, auch eine ähnliche Ursache.

Schwankende Bewegung.

Ich habe es mir gleich anfangs vorbehalten, etwas von einer geringen Bewegung der Mondflecken zu melden; so gering sie auch ist, so hat sie dennoch vieles zu bedeuten. Langwierige Beobachtungen haben uns gelehret, daß bey einem Umlaufe des Mondes sich einige neue Flecken sowohl auf der Morgen- und Abend, als auch auf der Mittag- und Mitternachtseite auf seiner Scheibe zeigen, und alsobald waren wir versicheret, daß der Mond über die anderen schon bekannten Bewegungen eine entweder wahre, oder scheinbare Bewegung haben müße, welche den Körper des Laufsternes um seinen Mittelpunct wanken macht, und man hat ihr den Namen der **schwankenden** (libratio) gegeben. Man suchte die Ursache der Erscheinung, und man fand, daß sie theils aus einer wahren Bewewegung, theils aus optischen Täuschungen entstehe. Und zwar, was das letzte anbelanget, so begreift man leicht, daß, weil die Bewegung des Mondes um seine Achse gleichförmig, die Bewegung aber in seiner Laufbahn um die Erdkugel ungleich, und veränderlich ist, nothwendig geschehen mußte, daß der Mond z. B. den vierten Theil seiner Umdrehung um die Achse richtig vollendet, aber nicht auch den vierten Theil seines Laufes in seiner Bahn erreichet habe, und in solchem Falle muß es uns vorkommen, als wenn die auf der Morgenseite gelegenen Flecken weiter fortgerücket wären.

Be-

Geschieht es aber, daß der Mond in seiner Laufbahn seine Geschwindigkeit über die Bewegung um seine Achse beschleunige, so werden auf der Abendseite neue Flecken erscheinen; und dieses nennet man das **Schwanken in die Länge.** Sie werden dieß niemals besser begreifen, als wenn Sie um die Spähre, welche ich kurz vorhero zu diesem Ende in die Mitte des Gemaches gestellet, herumgehen, und eine Bewegung über die andere beschleunigen. Weiter ist die Fläche der Laufbahn des Mondes auf die Sonnenbahn geneigt unter einem Winkel von 5°, folglich muß man bey grosser Breite des Mondes bald auf der obern, und bald auf der untern Seite seiner sonst nicht sichtbaren Halbkugel neue Flecken entdecken, welche man niemals sehen würde, wenn der Mond in der Sonnenbahn selbst liefe. Dieses nennet man **das Schwanken in die Breite,** und es hat eben jene Erklärung, welche wir bey unserer Erdkugel brauchten, und aus welcher augenscheinlich folget, daß die Erde bald ihren mitternächtlichen, bald mittägigen Pol an die Sonne wende.

Aber nebst dieser optischen Schwankung hat der Mond auch eine physische, und wirkliche Bewegung. Sie wissen noch, daß die Achse des Mondes auf der Fläche seiner Laufbahn nicht senkrecht aufstehet, sondern mit ihr vielmehr einen Winkel von $82^{\circ}. 51'\frac{1}{2}$ machet, und daß folglich der Ebener des Mondes die Fläche seiner Laufbahn in zwey Puncten durchschneidet, welche man die **Nachtgleichenpuncte** des Mondes nennen kann.

kann. Sie werden überdieß gar bald hören, daß, wenn sich eine flüßige Kugel um ihre Achse drehet, ihre Figur sphäroidisch, und zwar an beyden Polen zusammengedrückt seyn muß, und daß folglich auch der Mond eben diese Figur haben müße. Wenn Sie dieses voraussetzen, so sehen Sie alsobald, daß sowohl die Erdkugel, als die Sonne durch ihre anziehenden Kräfte an dem Monde eben das zuwegen bringen müßen, was die Sonne, und der Mond an dem Erdballe verursachen, das ist, die Nachtgleichenpuncte werden eine Bewegung wider die Ordnung der Himmelszeichen haben, und die Achse wird wancken. Von diesen beyden Bewegungen, ob sie schon aus vorgesagten Grundsätzen nothwendig folgen, haben uns bishero weder die Theorie, noch die Beobachtungen etwas zuverläßiges gelehret. d'Alembert hat sie gesucht zu berechnen, doch in einer Hypothese, die niemand sicher annehmen kann. Er hat gefunden, daß die zurückweichende Bewegung der Knotten 11′. 8″ in einem Sonnenjahre, und folglich 50″ in einem Monate beträgt, genau so viel nämlich, als die Nachtgleichenpuncte des Erdballes in einem Jahre zurückweichen; das Wanken aber der Mondesachse in einem Raume von 18 Jahren, und 7 Monaten in allem 5′. 36″ ausmache. Doch erinneret er selbst, daß, weil seine Hypothese willkührlich ist, auch die Folgen solche seyn müßen.

Was sind die unbeständigen Flecken?

So viel von den Bewegungen der Mondflecken. Nun sind Sie begierig auch etwas von der Natur der Flecken selbst zu wissen. Ich fange von den unbeständigen

digen an. Diese sind allem Ansehen nach nichts anders, als der Schatten, welchen die Berge, die über die Oberfläche des Mondes hervorragen, auf die der Sonne gegen über gelegene Seite werfen. Die Sache kann nimmer zweifelhaft seyn, sobald man beobachtet hat, daß die Flecken allzeit der Sonne gegen über liegen, daß sie in eben dem Maaße abwachsen, in welchem die Höhe der Sonne wächst, und gar verschwinden, wenn die Sonne senkrecht über sie herstehet u. s. w. Halten Sie Sich nicht darüber auf, daß ich von den Mondbergen rede; sie sind unstreitig da, und man kann so gar ihre Höhe abmessen, (a) ja man hat befunden, daß sie

---

Fig. 49.

(a) 41) Es sey (Fig. 49.) A D F der Mond, E D B ein die Oberfläche berührender Stral der Sonne, C der Mittelpunct des Mondes, so wird D C F H die beleuchtete Halbkugel seyn. B Sey einer aus den lichten Fleckchen, welche man sehr oft in dem finsteren Theile des Mondes einschichtig sieht, und welcher folglich nichts anders seyn kann, als ein Gipfel eines Berges. Wenn man die Linien C D, C B ziehet, so ist es gewiß, daß A B die Höhe des Berges ist. Man bestimme nun, mittels eines Mikrometers die Entfernung des Fleckchens B von dem Beleuchtungskreise D F in eben solchen Theilchen, in welchen der Halbmesser des Mondes bekannt ist, und man wird das Verhältniß der Linie D B zu dem Halbmesser D C haben; aus welchem dann die Linie D B, und folglich auch B C in Meilen kann gefunden werden. Setzen wir, man habe gefunden, es sey $DB^2 : DC^2 = 1 : 64$. Nun ist $BC^2 = DB^2 + DC^2 = 64 + 1 = 65$, mithin $BC = \sqrt{65} = 8,062$. Da nun B A = B C — A C, so ist B A = 062, und daher AB: A C = 062: 8.

sie im Vergleiche auf die ganze Oberfläche des Mondes größer seyn, als unsere bekannten Berge. Der Beweis liegt schon in dem, daß, wenn die Oberfläche des Mondes durchaus eben, ohne Gebirgen, und ohne Thäler wäre, sie unmöglich durchaus beleuchtet erscheinen könnte; sie müßte uns gleich einem Spiegel nur allein das Bild der Sonne zeigen. Aber wollen Sie noch einen wichtigeren Beweis? Betrachten Sie den Mond, wenn er hornigt ist, mit einem Fernrohre; Sie werden immer sehen, daß diejenige Linie, welche den lichten Theil des Mondes von dem dunklen scheidet, niemals ununterbrochen fortläuft, sondern zackigt, und gleichsam mit unzähligen Zähnen unterbrochen ist; ja selbst in dem dunklen Theile der Oberfläche werden Sie lichte Flecken sehen, welche das Ansehen lichter Inseln haben, und sich nach, und nach an den lichten Theil anhängen, wenn der Mond wächst, oder, als würden sie von den Finsternissen verschlungen, völlig auslöschen, wenn der Mond abnimmt. Sie begreifen es, daß diese Flecken nichts anders seyn können, als die höchsten Gipfel der Berge, welche die Sonnenstralen noch bescheinen können auch dazumal, da kein Licht mehr in die Mondthäler hinabdringen kann. Aber woher kömmt es, daß der helle, erleuchtete kreisförmige Rand der Mondscheibe nicht zackigt, und unregelmäßig erscheinet? Die Frage ist wohl angebracht, und da manche keine genugthuende Antwort gefunden, haben sie von den Mondbergen zu zweifeln angefangen. Doch, wenn ich

Werkzeuge, dergleichen Schort in England verfertiget

hat,

hat, an der Hand hätte, würde ich Ihnen eben diesen Rand des Mondes so zerrissen zeigen, daß Sie von den Mondbergen nimmermehr zweifeln würden. Lord **Morton**, als er im Jahre 1748 in Gesellschaft des **Monnier** mit einem von Schort verfertigten, und zwölfhundert mal vergrößerenden Spiegelrohre die Finsterniß beobachtete, hat den Rand des Mondes so ungleich, und uneben gesehen, als unser Sehekreis ist. Das nämliche hat der Herzog von **Croy** bey der ringförmigen Finsterniß der Sonne im Jahre 1765 mit einem schortischen Spiegelrohr von 4 Fuß, 3 Zoll gesehen, ja so gar die Berge, wie er sie beobachtet, auf dem Papiere gezeichnet. Daß wir also mit unseren gemeinen Fernröhren nicht eben das sehen, ist keine andere Ursache, als daß bey der schiefen Stellung der Berge an dem Rande nur die Spitzen zum Vorschein kommen, welche in einer solchen Entfernung vor dem Auge verschwinden, wenn ihm nicht besonders geholfen wird.

Was die beständigen?

Die beständigen Flecken haben viele, bevor die Fernröhre zur Vollkommenheit sind gebracht worden, für Seen, und Meere gehalten. Aber heut ist man von diesem Vorurtheil zurückgekommen, nachdem man deutlich genug sieht, daß diese dunklen Flecken Vertiefungen, und Höhlungen sind, welches sich gewiß auf die Oberfläche eines flüßigen Wesens nicht schicket. Viele behaupten so gar, daß auf der Oberfläche des Mondes nicht einmal so grosse Behältnisse vom Wasser seyn können. Denn gäbe es Wasser, sagen sie, so müßten sie in Dünste aufsteigen, und folglich Wolken,

Nebel,

Nebel, Regen u. d. m. verursachen, welches alles eine Atmosphäre um den Mond vorausſetzet, die ſie doch durchaus nicht zulaſſen wollen.

Hat der Mond eine Atmosphäre?

Die Frage von der Atmoſphäre des Mondes iſt dieſe letzten Jahre mit neuem Eifer wieder auf die Bahn gebracht worden. Man hat einſtens wegen der Aehnlichkeit des Mondes mit der Erdkugel Urſache genug zu haben geglaubet, ihm eine Dunſthülle zu geben, und diejenigen, welche einen groſſen Theil ſeiner Oberfläche mit Waſſer bedeckten, zweifelten gar nicht daran. Doch, nachdem man mit aller Genauigkeit beobachtet hat, daß die Ruh- und Laufſterne, wenn ſie von dem Monde bedecket würden, keine Veränderung in ihrem Lichte, ihrer Gröſſe, und ihrem Orte litten, glaubte man des Widerſpieles verſichert zu ſeyn. Denn wie könnte es geſchehen, daß der Lichtſtral bey dem Durchgehen durch die Dampfhülle des Mondes keine Brechung leiden, oder daß die genaueſten Beobachter ſie nicht beobachten ſollten? Bey dieſer Meynung verblieb es, bis **Euler** im Jahre 1748 bey der Beobachtung der Sonnenfinſterniß eine neue Erſcheinung entdecket hat, die uns wieder auf die alte Meynung zurückführet. Er warf durch ein 9 Fuß langes Fernrohr in ein verfinſtertes Gemach das Bild der Sonne auf eine Scheibe ſo, daß das Bild mit einem darauf gezeichneten Kreiſe genau übereinſtimmte. Nachdem der Mond beyläufig die halbe Sonnenſcheibe ſchon bedeckte, beobachtete er, daß der Rand des Bildes über den Kreis hinausragte, und beſonders die zwey Hörner der Sonne, obgleich der

andere von diesen Hörnern mehr entfernete Rand beständig in seinen Schranken verblieb. Die Hörner fuhren immer fort mehr aus den Schranken hinauszugehen, je mehr die Finsterniß zunahm, bis sie sich endlich mit einander vereinigten, und einen lichten Ring um die dunkle Mondscheibe gestalteten. Bey dieser Erscheinung nahm die Sonnenscheibe auf dem Papiere einen viel größeren Raum ein, als der mit Fleiße gezeichnete Kreis. **Euler** bemerket, daß diese Art die Sonnenfinsterniß zu beobachten klar zeige, daß der Durchmesser des Mondes nicht kleiner vorkomme, als er in der That ist, und als es einige geglaubet haben. Herr **Polack** hat zu Frankfurt an der Oder zur nämlichen Zeit eben dasselbe beobachtet, und nach **Eulern** ist diese Erscheinung so gemein worden, daß **Sejour** in seinen Abhandlungen von der Berechnung der Finsternissen für nothwendig befunden hat, auch die Beugung der Lichtstralen, wie er sie nennet, mit einzurechnen, die er aus wiederholten Berechnungen für jene Lichtstralen, die den Rand des Mondes berühren, von $4''\frac{1}{2}$ zu seyn befunden hat. Noch eine andere Wirkung entstehet aus der nämlichen Ursache: Die Dauer der vollkommenen Finsternissen, das ist, der Zeitraum, der zwischen dem Anfange, und dem Ende der Finsterniß ist, wird vermindert, dahingegen die Dauer der ringförmigen verlängeret wird.

Wenn der Mond eine Atmosphäre hat, läßt sich diese Erscheinung leicht erklären, ja sie wird unumgänglich noth-

nothwendig seyn. Denn es sey (Fig. 50.) EMF Fig. 50.
der Körper des Mondes, PGQR sey die äußerste
Oberfläche der Atmosphäre, welche ich überall von der
nämlichen Dichtigkeit voraussetze, und auf welche von
einem lichten Puncte S ein Stral in P also einfalle,
daß er nach seiner Brechung den Mond in M berühre;
dieser Stral wird von M in einer geraden Linie bis Q
weggehen, und alsdann nach einer neuen Brechung
endlich in T ankommen. Diesem zu Folge ist es gewiß,
daß, wenn ein Beobachter in M wäre, er sowohl den
Punct S, als den Punct T, beyde in der nämlichen
berührenden Linie mMr, folglich an dem Sehekreise
sehen würde, mithin ist der Winkel SPm die horisontal
brechung in dem Monde. Eben so gewiß ist es auch,
daß ein in dem Puncte T gestelltes Aug sowohl den
lichten Punct S, als den Punct M des Mondes in
der Richtung des Strales TQ in S sehen wird, welche
mit der Linie TS einen Winkel STG macht, ohne
welchen der Punct S hinter dem Monde versteckt blieb,
folglich überträgt die Lichtbrechung allein den Punct S
von seinem wahren Orte S durch den Raum Ss, der
doppelt so viel beträgt, als die Horisontalbrechung in
dem Monde. (a) Sie sehen schon, daß aus dieser

(a) 42) Es sey die Horisontalbrechung SPm = a. Wenn nun der lichte Punct S in einer ungemein grossen Entfernung von dem Auge ist, würde man ihn ohne die Lichtbrechung in einer Linie sehen, welche mit SP reimend wäre, und mit Ts einen Winkel SGs machte, der das Maaß des Raumes Ss ist. Nun aber ist der Winkel SGs = GPQ + PQG, und PQG = SPm = a, also SGs = 2a.

Ursache die Breite des Sonnenringes bey den Finsternissen zunehmen muß.

Nun kömmt es darauf an, ob wirklich diese Erscheinung von einer Lichtbrechung entstehe? Gewiß ist es, daß alles dasjenige die nämliche Erscheinung hervorbringen wird, was den Lichtstral von seiner geraden Richtung näher an den Körper des Mondes bringen kann; und da kömmt nun entweder die schon bekannte Lichtbeugung (diffractio) oder die Wirkung der allgemeinen anziehenden Kräfte, die wir die Schwäre nennen, oder endlich die Lichtbrechung vor. Nun scheinet es eine ausgemachte Sache zu seyn, daß unsere Erscheinung mit der Lichtbeugung nichts gemeinschäftliches habe. Denn, nachdem alle Erfahrungen uns belehren, daß der Raum, in welchem die lichtbeugende Kraft unter die Sinne fallen kann, kleiner sey als $\frac{1}{100}$ eines Zolles, folget nothwendig, daß der Winkel SGs, welcher den Raum zwischen dem wahren, und dem vermeinten Ort des lichten Punctes mißt, bey solcher Entfernung des Mondes beyläufig $\frac{1}{9000000}$ einer Sekunde, und folglich unerkenntlich wäre, gleichwie es Boscowich bewiesen hat. (a) Nicht viel mehr wird die Wirkung der anziehenden Kraft in einem Lichtstral vermögen.

Simpson

Fig. 51. (a) 43) Es sey S ein lichter Punct, RIF ein Durchschnitt eines dichten runden Körpers, der Kreis MDE stelle den Durchschnitt jener Oberfläche vor, innerwelcher allein die

De-

Simpson hat bewiesen, daß die größte horisontal Lichtbrechung, welche von der Kraft der Schwäre nahe bey der Erdkugel entstehen kann, nicht mehr betragen müße, als $35''''''. 18''''''$. Es scheinet also allein übrig zu

---

bekannte Lichtbeugungskraft wirken kann; S M K sey ein Lichtstral, der den Umkreiß M D E in M berühret, und S R ein anderer Stral, der den dichten Körper selbst in R berühret. Gewiß ist es, daß beyde ihre Richtung verändern werden, also, daß der erste eine krumme Linie M m D, und der zweyte ebenfals die krumme Linie R o I beschreiben, und nachdem wieder in geraden Linien D o, I O fortgehen wird. Sie werden sich in einem Puncte O durchschneiden, und den Winkel I O D gestalten, welcher das Maaß des lichten Ringes ist, welchen ein in O sich befindendes Aug wegen der Lichtbeugung um den dichten Körper sehen wird. Nun ist I D, wie wir gesagt $\frac{1}{100}$ Theil eines Zolles; wenn man also annimmt, daß O D, das ist, die Entfernung des Auges 10 Fuß, oder 120 Zolle ist, so wird O D zu I D seyn, wie $120 : \frac{1}{100} = 12000 : 1$, oder beyläufig $10000000 : 633$. Es ist aber auch O D zu I D, wie der Radius zu der Tangente des Winkels I O D, wenn also 10000000 der Radius ist, so ist 633 die Tangente des Winkels I O D, und diese ist die Tangente eines Winkels von 13 Sekunden, folglich würde man in dieser Entfernung den Ring gar wohl sehen. Setze man aber, O D sey die Entfernung der Erde vom Monde, welche beyläufig 120000000 Fuß beträgt und 12000000 mal größer ist, als die vorhin angenommene, so wird der Winkel I O D auch um so viel kleiner werden; weil die kleinen Winkel beynahe in dem umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen abnehmen. Es wird also seyn $120000000 : 13 = 10 : \frac{1}{9000000}$ beyläufig.

bleiben, daß die ganze Erscheinung der Lichtbrechung zugeschrieben werde, welche ohne eine Atmosphäre um den Mond nicht bestehen kann.

Euler macht in der That diesen Schluß, doch mit der Anmerkung, daß man sich nicht verwunderen soll, daß die Streitigkeit von der Atmosphäre des Mondes noch nicht beygelegt worden ist. Denn die Lichtbrechung in den Fixsternen ist so gering, daß man sie nicht bemerken kann; es sey denn, daß man bey dergleichen Gelegenheit die Entfernung des Sternes von einem andern Stern genau, und sehr oft beobachte, um zu wissen, ob er sie verändere. Wenn die Atmosphäre des Mondes so dicht wäre, als die unsere, so würden die Sterne bey ihrer Annäherung an die Mondscheibe um einen ganzen Grad von ihrem wahren Orte übertragen werden; Da nun im Widerspiele die Wirkung unmerklich ist, so folget, daß die Atmosphäre des Mondes überaus dünne sey. **Boscowich**, nachdem er augenscheinlich bewiesen hat, daß eine Atmosphäre, welche der unsrigen ähnlich wäre, um den Mond unzulässlich sey, behauptet, daß sich nicht einmal eine viel dünnere annehmen läßt. Diejenige Atmosphäre, saget er, welche **Euler** annimmt, ist 200 mal dünner, als die unsrige, und dennoch, ob sie schon eine horisontale Lichtbrechung von 20″ hervorbringen würde, müßte sie in den Verfinsterungen der Ruh- und Laufsterne vielfältige Wirkungen hervorbringen. Die gemeinsten wären, die Verkürzung des Zeitraumes, der zwischen dem Ein- und Ausgange des Laufsternes

unter

unter die Mondscheibe verfließt, und sich auf mehrere Minuten erstreckete, die Verminderung der Entfernung zwischen den Ruhsternen, die nur um eine Minute, und 30″ von einander abstehen, die Verkürzung desjenigen Durchmessers eines Laufsternes, dessen Richtung durch den Mittelpunct des Mondes gehet, und der um die Hälfte kleiner seyn würde, als der andere Durchmesser u. d. m. Um den Mond aber schadlos zu halten, hat er ein anderes flüßiges, und durchaus gleichförmiges Wesen um ihn ersonnen, dessen Eigenschaften, und Wirkungen man in der weitläuftigen Abhandlung von der Atmosphäre des Mondes nachsehen kann.

Stewart hat letztens eine Anmerkung gemacht, die verdient weiter untersuchet zu werden. Er behauptet, daß diejenigen, welche wider die Atmosphäre des Mondes streiten, sie gemeiniglich für höher annehmen, als sie wirklich seyn kann. Denn, wenn wir mit allen Astronomen sagen, daß die Laufsterne desto dichter werden, je näher sie bey der Sonne sind, so wird der Mond, wenn er beyläufig eben so weit als die Erde von der Sonne entfernet ist, auch eben so dicht seyn, als die Erde; wenn wir weiter annehmen, daß auf der Oberfläche des Mondes eben so viel Gewäßer im Verhältnisse auf seine Größe sey, als auf der Erde, so wird seine Dampfhülle so niedrig seyn, daß sie auch mit den besten Werkzeugen nicht kann beobachtet werden. Sie würde in dem Verhältnisse der Geschwindigkeit der Drehung um seine Achse, und der Menge des Gewäßers seyn,

das ist, wie $\frac{1}{27} \times \frac{1}{12} = \frac{1}{324}$. Setzen Sie, daß die Atmosphäre der Erdkugel 10 teutsche Meilen hoch sey, (ich nehme die größte Höhe an) so wird die Höhe der Mondatmosphäre $\frac{10}{324}$, oder beyläufig $\frac{1}{30}$ von einem teutschen Meile seyn, welche man von der Erde unter einem Winkel von $\frac{1}{6}$ Sekunde sehen würde, das ist, man würde sie unmöglich sehen können. Aus welchem weiter folget, daß kein Stern, wenn er von dem Monde verdecket wird, in seinem Lichte, oder Orte eine Veränderung leiden könne, denn die Zeit, in welcher er über diese Atmosphäre weggienge, wäre kleiner, als $\frac{1}{2}$ Sekunde, das ist, unmerklich.

Sie sehen, daß nach so vielen Untersuchungen die Sache so unbestimmt, und zweifelhaft verbleibt, als sie jemals war. Zum Glücke ist sie keine aus der Gattung derjenigen, welche einen starken Einfluß in die Bestimmung der himmlischen Erscheinungen haben, und man kann sie noch leicht entbehren.

Sechstes Hauptstück.

Von den Mond- und Sonnen-Finsternissen.

Was sind die Finsternissen,

Eine Finsterniß überhaupt ist ein wahrer, oder scheinbarer Abgang des Lichtes an dem Körper eines Laufsternes; und daher ist die sogenannte Sonnenfinster-

sterniß ein Abgang des Lichtes nicht an der Sonne, sondern an der Oberfläche der Erde selbst, und sollte lieber eine Erdefinsterniß genennet werden. Diese sowohl als die Mondfinsterniß (denn von diesen allein ist hier die Rede) entstehet aus dem, daß entweder die Erde in den Schatten des Mondes, oder der Mond in den Schatten der Erdkugel sich vertiefet. Denn, weil beyde Laufsternen kein anderes Licht haben, als welches sie von der Sonne empfangen, so ist leicht zu begreifen, daß sie, wenn ihnen etwa das Sonnenlicht von einem andern Körper aufgefangen wird, verdunkelt werden müßen, und dieses geschieht, so oft einer in den Schatten des anderen sich versenket. Um dieses deutlich zu begreifen, sey die Sonne in S (Fig. 52.) die Erde in T, der Mond erstens in M, nachmals in L. Weil die Erdkugel ein dichter, und undurchsichtiger Körper ist, die Sonne aber feurig, und leuchtend, und vielmal größer, als die Erde, so wird etwas mehr, als die Hälfte von der Erdkugel beleuchtet. Wenn sie nun die Stralen AF, und BG ziehen, welche sowohl die Sonne als die Erde berühren, so ist gewiß, daß sie die letzten sind, welche neben dem dichten Körper der Erde vorbeygehen können, und daß sie hinter der Erdkugel in einem Puncte Z sich begegnen werden; und da überdieß die Erde fast sphärisch ist, so werden alle die Erde in die Rundung berührenden Linien eine kegelförmige Oberfläche gestalten, welcher Grundfläche ein grosser Kreis der Erdkugel, die Spitze aber in den weitesten Entfernungen von der Erde sey. Eben so klar ist es auch, daß in diesen Kegel kein gerade kommender Sonnenstral

und woher entstehen sie?

Fig. 52.

hineindringen kann, und daß folglich in demselben Raume die dickeste Finsterniß herrschen muß. Setzen Sie nun, daß der Mond in seiner Laufbahn L K N M auf den Kegel in N ankomme, und ferner fortgehend bis in M eintreffe, so Sehen Sie deutlich, daß er von der Sonne kein Licht empfangen könne, und folglich verfinsteret werden müße. Von der Sonne sage ich, empfängt er kein Licht, denn dasjenige Licht, welches auch bey vollkommenen Finsternissen sowohl den Mond selbst, als seine Flecken erkenntlich, und sichtbar machet, wird von der Erde zurückgeworfen. Sie verstehen schon, daß das nämliche auch von dem Mondschatten muß gesaget werden. Die Erklärung ist, wie Sie sehen, sehr einfach, und von der Natur selbst hergenommen: sie beschämt die alten Meynungen, und erinneret uns des Aberglaubens einiger Völker, welche glaubten, daß der Mond einen wahren Abgang nicht des Lichtes, sondern der Kräfte bey den Finsternissen leide. Doch war es ein Wunder, daß sie auf solche Fabeln verfielen, nachdem sie sich nicht gescheuet haben in dem Monde selbst eine Gottheit zu erkennen? Aber ein so falscher Wahn war nur bey dem Pöbel, und ist noch heut zu Tage bey einigen Völkern anzutreffen, bey welchen die Christliche Religion, und eine wahre Philosophie noch nicht allen Aberglauben vertilget hat. Aber dieß nur gleichsam im vorbeygehen.

Erreichet wohl aber der Schatten des einen, den anderen Laufstern? Da Ihnen die Halbmesser der Sonne,

der

der Erde, des Mondes, und ihre Entfernungen bekannt sind, so finden Sie aus den Anfangsgründen der Trigonometrie die Höhe des Erdeschattens bey der mittleren Entfernung von der Sonne von 214, und bey größter Entfernung von 217 Halbmesser der Erde. (a) Da nun die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde nicht mehr als 60 dergleichen Halbmesser beträgt, so sieht man schon, daß er von dem Erdeschatten nicht nur erreichet, sondern in selben auch ganz verwicklet werden kann. Auf eben diese Art findet man, daß der Mondschatten bey der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde sie gerade berühre, folglich bey seiner kleinsten Entfernung einen Theil der Oberfläche der Erde

be-

(a) 44) Weil in den ΔΔ SGB, SZB der äußere Winkel SGB = GSZ + GZS, der Winkel GSZ aber, welchen der Halbmesser der Erde überspannt, nur 9″ beträgt, und folglich sehr klein ist, so ist der Winkel SGB = GZS, das ist, der halbe Winkel des dunklen Kegels ist demjenigen Winkel gleich, unter welchem man den Halbmesser der Sonne von der Erde sieht; weil man diesen zu allen Zeiten wissen kann, so weis man auch den Winkel GZX. Setzen wir, daß die Sonne in ihrer mittleren Entfernung sey, so ist der Winkel GZX = 16′. Errichte man weiter von dem Puncte X auf die Linie XZ die senkrechte XG. welche der Halbmesser der Erde ist = 1, und man wird bey der Auflösung des Δ GXZ folgendes Verhältniß haben. Wie sich die Tangent des Winkels

GZX 16′ = 7. 667849
zu dem Radius - = 10. 000000
so verhält sich die Unität - = 0. 00000
zu der Seite XZ - = 2. 332151, welches in

den Tabellen der Logarithmen 214, 8 giebt:

bedecke, da er hingegen bey der größten Entfernung die Erde nicht einmal berühren kann.

Wann sind sie möglich?

Es verdienet fast nicht von mir angemerket zu werden, daß keine Mondfinsterniß möglich ist, als in dem Gegensatze, und keine Sonnenfinsterniß, als in der Vereinigung. Härter aber scheinet es zu begreifen zu seyn, warum nicht bey jedem Neumonde eine Sonnen- und bey jedem Vollmonde eine Mondfinsterniß sich ereigne? und in Wahrheit dieß müßte nothwendig geschehen, wenn der Mond in der Fläche der Sonnenbahn sich um die Erde bewegete. Denn, weil es unstreitig ist, daß die Mittelpuncte der Sonne, des Laufsternes, und seines Schattens allzeit in der nämlichen geraden Linie sind, so beweget sich der Mittelpunct des Schattens, den die Erde wirft, beständig in der Sonnenbahn; wenn also auch der Mond in der nämlichen Fläche fortgienge, so müßte er nothwendig bey jedem Vollmonde durch den Schatten durchgehen. Sie haben es aber noch nicht vergessen können, daß die Laufbahn des Mondes auf die Sonnenbahn unter einem mittleren Winkel von 5° geneigt sey. Derohalben weil die Mittelpuncte des Schattens, und des Mondes in verschiedenen auf sich untereinander geneigten Flächen sich bewegen, muß es sich meistens ereignen, daß sowohl der Mond neben dem Schatten der Erde, als die Erde neben dem Schatten des Mondes vorbeygehen, ohne daß einer in den andern sich vertiefe. Um einen richtigen Begriff in dieser Sache zu haben, habe ich zwey Halbkreise also zusammen fügen lassen, daß sie sich unter

einem

einem Winkel A ☊ B (Fig. 53.) von 5° durchschnei- Fig 53.
den; der eine ☊ L ☋ stellet die halbe Laufbahn des Mondes, der andere ☊ B V ☋ die Fläche der Sonnenbahn in der Entfernung des Mondes vor, die kreisförmige, an einem um den Mittelpunct beweglichen Stiele festgemachte Fläche L ist der Mond, die schwarzgefärbte, und eben um den Punct C bewegliche Scheibe V ist der Durchschnitt des Erdschattens in der Entfernung des Mondes, (a) ☊ und ☋ sind die Knotten, oder die Puncte, in welchen sich die Bahnflächen durchschneiden, ☊ ☋ endlich ist die Knottenlinie. Bilden Sie Sich nun ein, die Erdkugel sey in C unbeweglich, die Sonne aber erstens in S (weil die Erscheinung allzeit

---

(a) 45) Den Halbmesser des Durchschnittes des Schattens, wenn die Entfernung des Mondes von der Erde bekannt ist, findet man auf solche Weise. (Fig. 52.) Es sey der Halbmesser des Durchschnittes m n. Ziehet man die Linie c m so ist der äußere Winkel F M O = M C Z + M Z C, folglich M C N = F M C — M Z C. Nun ist F M C der Winkel, unter welchem man von dem Monde den Halbmesser der Erde sieht, oder die Horizontal-Parallaxe des Mondes, und der Winkel M Z C mißt den Halbmesser der Sonne, wie wir oben gesehen, also ist der Halbmesser der Durchschnittes des Schattens allzeit die Differenz zwischen der Horizontalparallaxe des Mondes, und dem scheinbaren Halbmesser der Sonne. Auf die nämliche Art würde man finden, daß der Halbmesser des Schattens des Mondes die Differenz zwischen dem scheinbaren Halbmesser der Sonne, und des Mondes, der Halbmesser des Nebenschattens aber die Summe der beyden sey.

zeit die nämliche seyn wird, kann ich sicher annehmen, daß sich die Sonne in der Sonnenbahn bewege,) und der Mond in L; in dieser Stellung ist es klar,

Erstens: daß der Mond im Vollmonde sey, **Zweytens**, daß der Durchschnitt des Erdschattens in V sey also, daß sein Mittelpunct mit den Mittelpuncten der Erde, und des Mondes ein Dreyeck gestaltet, **Drittens**, daß die ganze Mondscheibe nicht nur außer dem Durchschnitte des Schattens, sondern auch von selbem ziemlich entfernet sey. Da haben Sie also schon einen Vollmond, an welchem keine Finsterniß möglich ist. Lassen Sie die Scheibe V für die Sonne gelten, so haben Sie in der nämlichen Stellung eine Vereinigung, oder Neumond ohne Finsterniß. Wenn Sie nun die beyden Scheiben L und V gegen den Punct ♈ oder ♎ bewegen, so werden Sie auf die Puncte A und B gerathen, an welchen sich die Scheiben berühren; Weiter zurücke, als z. B. in F G bedecket schon die eine einen Theil der andern, und zwar einen immer größeren Theil, je näher sie an die Knotten ankommen, an welchen so gar die Mittelpuncte der beyden Scheiben aufeinander fallen; von dort auf der andern Seite der Laufbahnen bedecken sie sich wieder weniger bis in h i, wo sie sich berühren; nach diesem bleiben sie immer von einander entfernet bis in H I, wo die Berührung wieder geschieht u. s. w. Aus allem dem läßt sich deutlich schließen, daß, wenn der Neu- oder Vollmond in was immer für einem Puncte des Bogens A a geschieht, keine Finsterniß möglich sey, über die Puncte A und a aber bis zu den Puncten H und h eine Finsterniß nicht nur möglich,

sondern auch nothwendig sey; und aus dieser Ursache werden die Puncte A, a, H, h die Gränzen der Finsternissen genennet, und weil sie von den Knotten nicht weit abgelegen sind, haben wir diese allgemeine Regel, daß überhaupt keine Finsterniß möglich sey, es sey denn, daß der Neu- oder Vollmond entweder an den Knotten selbst, oder nahe an den Knotten sich ereignen.

Weil bey den Mondfinsternissen der Mond einen wahren Abgang des Lichtes leidet, so muß die nämliche Erscheinung, und auf die nämliche Art von allen Inwohnern des Erdbodens, wenn doch der Mond über ihrem Sehekreise ist, beobachtet werden, und derohalben sind die Gränzen bey den Mondfinsternissen allzeit die nämlichen, die kleinen Veränderungen ausgenommen, welche von der verschiedenen Neigung der Laufbahnen, und der nicht allzeit beständigen Entfernung des Mondes von der Erde abhängen. Aber bey den Sonnenfinsternissen ist überhaupt alles verwirrter, und die Gränzen der Finsternissen sind für unterschiedliche Weltbreiten auch sehr unterschieden. Uebrigens sind die Gränzen der Sonnenfinsternissen, wenn sie die größten sind, von dem Knotten auf 16°. 36′ entfernet, das ist, der Bogen ☊A ist 16°. 36′, und folglich der ganze Bogen A H = 33°. 12′. Bey den Mondfinsternissen aber ist er 24°. 10′. (a)

Aus

(a) 46) Es sey der Durchschnitt der Laufbahn des Mondschattens A N (Fig. 54.) der Sonnenbahn A C, die Erde, Fig. 54.

und

Aus der Betrachtung der Figur allein ist es schon klar, daß die Gränzen dort seyn, wo die Scheiben sich berühren, oder was das nämliche ist, wo die Summe der Halbmesser c E, und E d (Fig. 53.) dem Bogen c d gleich ist, welche zu allen Zeiten die entweder wahre, oder scheinbare Breite des Mondes ist; die wahre zwar in den Mondfinsternissen, bey welchen ohne einige Rucksicht auf den Ort des Zusehers ein wahrer Abgang des Lichtes folget; die scheinbare aber bey den Sonnenfinsternissen, bey welchen die Erscheinung sehr viel von dem Orte des Beobachters abhängt.

Aus

---

und der Schatten in N, und C, also, daß sie sich berühren. Man verbinde die Mittelpuncte mit der Linie C N, welche, weil sie die kleinste Entfernung der Mittelpuncte mißt, senkrecht auf A N fallen wird, und dem Halbmesser der Erde mit dem Halbmesser des Nebenschattens (was dieser sey, werden wir alsogleich vernehmen) gleich ist = T C + T N = der Horizontalparallaxe des Mondes + der Summe der Halbmesser der Sonne, und des Mondes = 62′. 10″ + 16′. 52″ + 16′. 23″ = 95′. 25″, wenn alles am größten ist; der Winkel aber N A C = 5° . 30′. So haben wir also in dem rechtwinklichten Δ N A C den Winkel bey A, und die Seite N C nebst dem rechten Winkel, aus welchem dann die Seite N C gefunden wird; Denn wie der Sinus des Winkels NAC = 5° . 30. = 8, 981573.

Zu dem Radius = 10, 000000.

So ist der Logar. Der Seite NC 95′. 25″ = 1, 980003.

Zu dem Logar. Der Seite A C - = 2, 998430. auf welchen 16° . 36′′ kommen. Auf die nämliche Art findet man die Gränzen für die Mondfinsternissen.

Aus allem dem wird uns fast alles das leicht begreiflich, was bey den Finsternissen vorzukommen pflegt. **Erstens** zwar wird uns gar nicht befremden, daß überhaupt allzeit mehr Sonnen- als Mondfinsternissen möglich sind; Denn weil die grösten Gränzen der Sonnenfinsternissen einen Bogen von 33°. 12′ einnehmen, die Sonne aber in einem Tage etwas weniger, als über einen Grad weggehet, so wird sie sich inner den Gränzen über 32 Tage aufhalten, und da der Mond seinen ganzen Lauf in beyläufig 29. Tagen bis zum zweyten Neumonde vollendet, so ist die Finsterniß gewiß. Nun aber über die Gränzen der Mondfinsternissen kömmt der Erdschatten in 24. Tagen hinaus, und derohalben muß es sehr oft geschehen, daß diese Gränzen ohne eine Mondfinsterniß überschritten werden.

Wie viele Finsternissen sind in einem Jahre möglich?

Zweytens verstehet es sich gleichsam von sich selbst, daß weder zu allen Zeiten des Jahres überhaupt, weder in einer unbestimmten Zahl Finsternissen möglich seyn. Denn, weil der Knotten nicht mehr als zwey sind, die Sonne aber nur in einem Jahre über die ganze Sonnenbahn weggehet, so ist es augenscheinlich, daß die Sonne in, und neben einen jeden dieser Puncte in einem Jahre nur einmal seyn kann, und daß folglich überhaupt nur zwey Jahrszeiten sind, in welchen sich Finsternissen ereignen können, denjenigen sehr seltenen Fall ausgenommen, in welchem auch dreymal in einem Jahre Finsternissen sich ereignet haben, wie es wirklich im Jahre 1740 geschehen. Sonst sind die Finsternissen von einander beyläufig um ein halbes Jahr entfernet; ich sage beyläufig, denn, weil die Knotten der Mon-

desbahn zurückweichen, so kommen die Finsternissen früher zurück, so daß sie gemeiniglich um 173T. 7St. 26'. 13". von einander abstehen.

Wenn Sie also hören, oder vielleicht selbst beobachten werden, daß zuweilen in einem Jahre 3, oder auch 4. Sonnenfinsternissen sich ereignen, werden Sie Sich nimmer einfallen lassen, daß die Sonne in einem Jahre 4 mal zu den Knotten des Mondes komme. Die wahre Ursache dieser Erscheinung ist, daß neben dem nämlichen Knotten die Erde zweymal von dem Mondschatten getroffen wird. Setzen Sie den Fall, Fig. 47. daß ML die Knottenlinie sey (Fig. 47.) a, und b die Gränzen der Finsterniß, und daß bey diesem Neumonde eine Sonnenfinsterniß sich ereignet habe eben dazumal, da der Mond in o sehr nahe bey b war. Nun weil der Bogen ba 33°. 12' hat, wird die Erde in ihrer Bahn über den Bogen Tt, der eben so viel Grade hat, weggehen müßen, bevor sie über die Gränzen schreite. Nun aber braucht die Erde 32 Tage um diesen Raum zu machen, der Mond aber, nachdem er von o sich entfernet, braucht nur 29 Tage bis zum folgenden Neumonde, folglich wird der folgende Neumond nahe bey t, das ist, an einem solchen Orte geschehen, an welchem die Erde noch inner den Gränzen ist, und also die zweyte Finsterniß sich ereignen, welche von der vorigen genau 29 Tage entfernet ist. Wenn das nämliche auch bey dem zweyten Knotten sich ereignet, so wird man in einem Jahre 4. Sonnenfinsternissen zählen. Zum Beyspiele: Im Jahre 1772. waren 4. Sonnenfinsternissen:

nissen: die erste den 3ten April die zweyte den 2ten May, der Zeitraum zwischen beyden ist von 29. Tagen, die dritte den 27ten September, die vierte den 26ten October, und sie sind wieder 29. Tage voneinander. Da aber zwischen der zweyten und dritten 148. Tage sind, so ist es klar, daß diese zwey eine ganze ecliptische Jahreszeit von einander entfernet waren. Sie merken gar wohl, warum ich allhier keine Meldung von den Mondfinsternissen gemacht habe, denn aus dem nämlichen Grundsatze folget es augenscheinlich, daß in einem Jahre nicht mehr als zwey Mondfinsternissen möglich sind.

Sind sie an eine Zeit angebunden?

Drittens ist es klar, daß die Finsternissen überhaupt an kein gewisses Monat des Jahres angebunden sind, sondern vielmehr durch alle Monate, nach, und nach gehen, und alle Jahre eher geschehen müßen. Die Ursache liegt in dem vorhergehenden, und noch mehr wird Sie das Verzeichniß der Finsternissen, welches ich unten geben werde, überweisen. Im selben sehen Sie, daß im Jahre 1754. eine Sonnenfinsterniß am 23ten Märzen, im Jahre 1755. am 12ten Märzen, im Jahre 1756. am ersten eben desselben Monates sich ereignet hat, und folglich alle Jahre um 11. Tage früher zurückgekommen ist.

Der Unterschied von 11. Tagen ist allzuregelmäßig, als daß man ihn nicht zu nützen gesucht hätte. Es sind wirklich viele Jahrhunderte, daß man geglaubet hat, eine gewisse Periode zu finden, nach welcher die nämlichen Erscheinungen des Mondes zurückkommen sollen. Man hat einen Zeitraum von 6585. Tagen, 8. Stunden,

oder 223. Monaten, das ist von 18. Jahren, und 10. Tagen erfunden, nach welchem die nämlichen Ungleichheiten des Mondes sowohl in der Länge, als Breite wieder zurückkommen, also daß nach 18. Jahren 10. Tagen wieder eine der vorigen ähnliche Finsterniß geschieht. **Halley** hat im Jahre 1684. sich schon dieser Periode von 18. Jahren gebraucht, um die Finsternissen vorzusagen, und hat sie die **Plinianische Periode** genennet, weil **Plinius** diese den Alten bekannte Meynung wieder erwecket. Doch **Hipparchus** hat es schon bemerket, daß die Periode von 223. Monaten von der Genauigkeit viel abweicht. Wollte sich jemand der Periode von 532. Jahren, die man **Saros** nennet, gebrauchen, so würde er von der Wahrheit weniger abgehen. Doch weil auch diese nicht allerdings genau ist, und wir übrigens nichts mehr verlangen, als das Vergnügen zu haben, ohne Mühe die Finsternißen vorzusagen, so thut uns die Periode von 18. Jahren ziemlichen Dienst.

Wie kann man sie vorsagen?

Zu diesem Ende müßen Sie ein Verzeichniß der Finsternissen haben, welche von 18. Jahren her sich ereignen. Ich setze nun, Sie verlangen zu wissen, ob, und an welchem Tage im Jahre 1776. eine Finsterniß seyn werde. Ziehen Sie also von dem gegebenen Jahre 1776, 18. Jahre ab, die Differenz 1758. bedeutet das gesuchte Tabellen Jahr, in welchem, wie es die Tabelle zeiget den 24ten Jenner, und 20. Juli. eine Mond- und den 30ten December eine Sonnenfinsterniß war: wenn Sie also überall 10. Tage hinzusetzen, so sind Sie schon versichert, daß im Jahre 1776. den 3ten Februar, und den 30ten Julius eine Mond- den 9ten Jenner im 1777sten Jahre eine Sonnenfinsterniß seyn wird.

Tabelle der Finsternissen, welche sich vom Jahre 1754. ereignet haben. ☼ Heißt eine Sonnenfinsterniß.

☾ eine unvollkommene ● eine vollkommene Mondfinsterniß.

1754.	☼ 23. März. ● 7. April.	1764.	☾ 18. März. ☼ 1. April.
	● 1. Octob. ☼ 16. Octob.		☾ 10. September.
1755.	☼ 12. März. ☾ 28. März.	1765.	● 7. März. ☼ 16. Aug.
	☾ 20. September.		● 30. Augnst.
1756.	☼ 1. März.	1766.	☾ 24. Febr. ☼ 5. August.
1757.	☾ 4. Febr. ☾ 30. Julii.		☾ 20. August.
	☼ 14. August.	1767.	☼ 30. Jenner.
1758.	● 24. Jen. ● 20. Julii.	1768.	☾ 4. Jenner. ● 30. Juni.
	☼ 30. December.		● 23. December.
1759.	☾ 13. Jenner. ☾ 10. Julii.	1769.	☼ 8. Jenner. ☼ 4. Juni.
	☼ 19. December.		● 19. Juni. ☾ 13. Dec.
1760.	☾ 29. May. ☼ 13. Junii.	1770.	☼ 25. May. ☼ 17. Nov.
	☾ 22. November.	1771.	☾ 29. April. ☾ 23. October.
1761.	● 18. May. ☼ 3. Junii.	1772.	☼ 3. April. ● 17. April.
	● 12. November.		● 11. Octob. ☼ 26. Oct.
1762.	☾ 8. May. ☼ 17. October.	1773.	☼ 23. März. ☾ 7. April.
	☾ 1. November.		☾ 30. September.
1763.	☼ 13. April. ☼ 7. Octob.	1774.	☼ 12. März ☼ 6. Sept.

Uebrigens müßen Sie Sich nicht alsogleich einbilden, daß die Regel falsch sey, wenn vielleicht keine Finsterniß bey uns sich ereignet, wenn sie doch nach der Tabelle geschehen sollte; denn aus dem Gebrauche der Tabelle werden Sie nur gewiß, daß eine Finsterniß vorfällt, ob sie aber auch bey uns sichtbar sey, das muß anders woher bestimmet werden.

Was die Mondfinsternissen anbelanget, kann kein Zweifel seyn, daß sie überall auf der Oberfläche der Erde, wo doch der Mond über den Sehekreis ist, und zwar zu eben der Zeit überall, und auf gleiche Art sichtbar sey; aber mit den Sonnenfinsternissen verhält sich die Sache ganz anders. Der Unterschied ist völlig der nämliche, welcher ist, wenn ich in einem sonst finsteren Gemache das Licht gar ausblase, oder nur mit einer Blende bedecke. Bey den Mondfinsternissen wird dem Monde entweder gar alles Licht; oder wenigstens ein Theil seines Lichtes benommen, und folglich ist es nicht möglich, daß der unbeleuchtete Theil von jemanden könne gesehen werden, oder daß der wirkliche Abgang des Lichtes für einen Zuseher früher, und für einen andern später geschehen soll. Bey den Sonnenfinsternissen hingegen wird das Licht nicht der Sonne, sondern der Erde benommen, und zwar aus der Ursache, weil der Schattrn des Mondes auf die Erde fällt. Da nun dieser Schatten weder die ganze Oberfläche der Erde, noch verschiedene Theile derselben zu gleicher Zeit, sondern nur nach, und nach bedecket, so ist es klar, daß die Finsterniß weder alle

In=

Inwohner des Erdbodens, weder auch zu gleicher Zeit, noch alle die nämliche sehen können. Es sey ACD (Fig 55.) die Oberfläche der Erde, M der Mond, Fig. 55. S die Sonne in einem solchen Puncte, daß die gerade Linie TM, welche durch die Mittelpuncte der Erde, und des Mondes gezogen wird, auch durch den Mittelpunct der Sonne durchgehet. So ist klar, daß einem Zuseher, der in C wäre, und über dessen Scheitelpuncte der Mond stünde, die Sonne gänzlich würde bedecket werden; ein anderer Zuseher, der zur nämlichen Zeit in B ist, wird den Mond in N sehen, so daß die Scheibe des Mondes gänzlich außer der Scheibe der Sonne liegt, und diesem wird nichts verfinsteret; ein dritter, der zwischen B, und C, oder in D ist, wird schon einen Theil des Mondes in I in der Sonne sehen, und mithin eine obschon unvollkommene Finsterniß haben, bey welchen noch dieses sonderbar ist, daß derjenige der in D ist, denselben Rand der Sonnenscheibe verdecket sieht, welcher bey I ist, dahingegen ein zwischen B, und C wohnender Zuseher den entgegen gesetzten Rand verfinsteret sehen wird.

Alles dieses, ob es schon deutlich genug ist, wird noch klärer werden, wenn Sie Sich desjenigen erinneren, was wir von den Eigenschaften des Schattens überhaupt gelehret haben. Sie wissen, daß ein jeder undurchsichtiger Körper, wenn er von einem leuchtenden größeren Körper beleuchtet wird, einen zweyfachen Schatten wirft; der eine ist dunckel, und schwarz, und

wird eigendlich der Schatten genennet, der andere liegt zu beyden Seiten des vorigen, ist viel lichter, und wird der Nebenschatten genennet. Sie erfahren es täglich.

Dieses vorausgesetzt, ist schon gewiß, daß der Mond nebst dem dicken, und kegelförmigen Schatten
Fig. 52. DXE (Fig. 52.) einen Nebenschatten beyderseits werfe, dessen äußerste Gränzen die Linien BDQ, und AER sind, welche, weil sie den Mond in die Rundung überall berühren, einen umgekehrten, und abgestuzten Kegel gestalten, dessen kleinere Grundfläche ein grosser Kreis des Mondes, die größere aber unendlich weit entfernet ist. Sein Durchschnitt QUR, wo er die Erde bedecket, kann für eine Kreisfläche angesehen werden, und man bestimmet nicht schwer den Raum, den er auf der Oberfläche der Erde zur Zeit einer Finsterniß einnimmt. Oft fällt auf die Erde nur der Halbschatten allein, und in solchem Falle ist nirgends eine andere, als nur eine unvollkommene Finsterniß, oft aber fällt sowohl der Schatten selbst, als der Nebenschatten, und damals haben alle diejenigen, über welche der Schatten selbst weggehet, eine vollkommene, und die übrigen eine unvollkommene Finsterniß. Doch obschon dieser Fall nicht selten ist, so geschieht es doch, nur sehr selten, daß auf dem nämlichen Orte wieder eine vollkommene Finsterniß zurückkomme. Als der König in Frankreich zu wissen verlangte, ob innerhalb einiger Jahre eine vollkommene Sonnenfinsterniß zu

Paris

Paris würde, hat Herr v. Voucel die Mühe über sich genommen alle bis auf das Jahr 1900. vorkommende Finsterniſſen zu berechnen; er hat gefunden, daß in diesem Zeitraume 59. zu Paris sichtbare Finsternissen sich ereignen würden, unter welchen nur eine einzige ringförmige den 9ten October des 1847, und keine vollkommene seyn wird.

Ich würde allzu weitläufig werden, wenn ich mich in alle die Verschiedenheiten, welche bey den Finsternissen vorkommen, einlassen sollte; nur allein die Entstehungsart der ringförmigen Sonnenfinsterniß kann ich nicht unberührt lassen. Ich habe oben gesagt, daß, wenn der Mond in seiner größten Entfernung von der Erde ist, sein Schatten kürzer sey, als seine Entfernung, und folglich die Oberfläche der Erde nicht erreiche. Sie wissen, daß in diesem Falle nur unvollkommene Finsternissen möglich sind, und unter dieser ist die vornehmste, aber zugleich die seltenste, die ringförmige, weil sie niemand anderen erscheinen kann, als nur jenen allein, derer Aug mit dem Mittelpuncte des Mondes, und der Sonne in einer geraden, oder doch beynahe geraden Linie ist. Es sey denn der Schatten des Mondes C E D (Fig. 56.) so, daß seine Spitze E von der Fig. 56.
Oberfläche der Erde entfernet sey, die Achse des Schattens sey L E O, und in dem Puncte O ebendesselben das Aug eines Zusehers. Aus dem Puncte O ziehe man durch die beyden äußersten Ränder des Mondes C und D die geraden Linien O D b, O C a bis zur Sonne, und

es ist augenscheinlich, daß der ganze zwischen diesen Linien eingefangene Theil der Sonnenscheibe für das Aug O von dem Monde bedecket, mithin eine Finsterniß, und zwar eine Centralfinsterniß ist, doch weil die Gesichtsstralen den Durchmesser der Sonne A B nicht gänzlich einfangen, sondern in a, und b schneiden, wird nothwendig der außer sie fallende Theil der Sonne sichtbar verbleiben, und um die finstere Scheibe des Mondes einen lichten Ring gestalten, von welchem diese Gattung der Finsternissen den Namen bekommen hat.

Nach dieser Erklärung wird Ihnen vielleicht sonderbar vorkommen, daß die nämliche Finsterniß, welche an einem Orte ringförmig ist, an einem anderen eine vollkommene sey. Dergleichen Erscheinung kömmt zwar nur in Jahrhunderten zurücke, doch ist sie derohalben nicht minder gewiß; die des 23ten Septembers im Jahre 1699. war von dieser Gattung. Die Erklärung hängt meistens von optischen Grundsätzen ab. Sie wissen, daß der scheinbare Durchmesser des Mondes nach dem Maaße größer wird, als er sich von dem Sehekreis erhöhet, wenn also der Durchmesser der Sonne nur um einige wenige Secunden größer war, als der Horizontaldurchmesser des Mondes, so konnte, und mußte es geschehen, daß die Finsterniß an jenen Orten ringförmig war, an welchen die Finsterniß frühe, oder abends beobachtet würde, und vollkommen für jene, die sie zu Mittage gesehen haben.

Die

Die Beobachtung der Finsternißen ist für die Astronomen nicht eine pure Unterhaltung. Nein! sie hat überhaupt ihren wirklichen Nutzen, der besonders auf die Schiffahrt einen grossen Einfluß hat. Doch haben auch die Mondfinsternissen vieles von ihrem Werthe verlohren, nachdem man um den Jupiter Nebenläufer entdecket, und ihre Finsternissen zu beobachten angefangen hat. Sie verlangen ja nicht, daß ich von ihnen besonders handle, nachdem Sie überzeuget sind, daß sie von eben der Ursache entstehen, von welchen die Mondfinsternissen. Nur das muß ich erinneren, daß wir bisher den Durchschnitt des Erdschattens für einen Kreis angenommen, ob er es gleich in der That nicht ist. Denn weil die Erde, wie wir es bald sehen werden, keine Sphäre, sondern eine Sphäroide ist, so ist die Grundfläche des Schattens kein Kreis, und folglich auch der mit ihr reimende Durchschnitt keiner; Doch, da die Erde sehr wenig von einer Sphäre abweicht, bleibt der Fehler unmerklich. Aber bey den Finsternissen der Trabanten des Jupiters, dessen Abweichung von der sphärischen Figur sehr merklich ist, würden Fehler nicht mehr erträglich seyn.

Siebentes Hauptstück.

Von dem Durchgange der Venus durch die Sonnenscheibe, und der hieraus erhaltenen Parallaxe der Sonne.

Der Durchgang der Venus, oder des Merkurs durch die Sonnenscheibe ist eine Gattung der Sonnenfinsterniß, welche zu den ringförmigen gehört. Dieses vorausgesetzet ist es klar, **erstens** daß keine solche Erscheinung möglich ist, als nur in der untern Vereinigung der Venus mit der Sonne; **Zweytens**, daß sie sich nicht ereignen kann, als nur in jenen Umständen, in welchen bey der untern Vereinigung die Breite der Venus kleiner ist, als der scheinbare Halbmesser der Sonne, welches niemals weiter, als in einer Entfernung von 1°. 50′ von den Knotten der Venus zu geschehen pflegt; und hieraus folget nothwendig, daß eine solche Erscheinung nur gar selten vorkommen kann. Dem weil sowohl die Erde, als die Venus mit ungleichen Geschwindigkeiten fortgehen, so ist es unstreitig, daß die Venus, deren Geschwindigkeit größer ist, früher zu dem nämlichen Puncte, bey welchem die Vereinigung war, zurückkehren wird, als die Erde, und mithin die folgende Vereinigung nicht in dem nämlichen Puncte wieder, sondern allzeit in einem andern geschehen muß, bis endlich nach einem Verlaufe von

vielen

vielen Jahren die Erde sowohl, als die Venus zur nämlichen Lage wieder zurückkommen. Da nun die Venus in einem Jahre nebst ihrer ganzen Laufbahn, das ist, nebst 360°. noch über 215°. 34′ weggehet, so wird sie innerhalb der Zeit, in welcher die Erde in ihrem zweytens angefangenen Umlaufe über diese 215°. 34′ weggehet, ihre ganze Bahn vollenden, und nach dieser bey dem nämlichen Puncte wieder ankommen, wo dann die zweyte Vereinigung sich ereignen wird. Mithin ist der Punct der Sonnenbahn, in welchem die zweyte Vereinigung der Venus geschieht, von dem Puncte der vorigen allzeit auf 215°. 34′ entfernet, folglich, wenn die vorige Vereinigung nahe an den Knotten, oder eine ecliptische Vereinigung war, so kann die folgende gewiß keine solche seyn, und damit sie wieder eine solche werde, so müßen die 215°. 34′ durch so viele Jahre, oder was das nämliche ist, durch so viele 360°. wiederholet werden, bis daß sie beyläufig wieder auf den nämlichen Punct einfallen.

Diesem zu Folge vervielfältige man sowohl die Zahl 215°. 34′, als 360°. so lange, bis die zwey vielfachen Zahlen am wenigsten von einander unterschieden sind, und die Differenz kleiner ist, als die ecliptischen Gränzen der Venus, welche beyderseits von den Knotten 1°. 50′ entfernet sind, und mithin einen Raum von 3°. 40′ in sich einschließen. Z. B. der Durchgang der Venus im Jahre 1761. geschah nahe an dem fallenden Knotten in ♎ 14°. 40′, und die Vereinigung

war

war in ♎ 15°. 46′. Multiplicire man nun 215°. 34′ mit 5, und das Factum ist 1077, 55, vervielfältige man auch 360° so, daß seine vielfache Zahl zum wenigsten von 1077, 55 unterschieden sey, welches 360 × 3 = 1080 seyn wird. Die Differenz 2°. 5′, wenn sie von dem Orte der Sonnenbahn ♎ 15°. 46′, in welchem die vorige Vereinigung geschehen, abgezogen wird, zeiget, daß die Vereinigung in dem nächst folgenden Durchgange in ♎ 13°. 41′ seyn wird. Nun der Ort des Knottens ist in ♎ 14°. 35′, also wird die Vereinigung 54′ innerhalb den ecliptischen Gränzen geschehen. Die Zahl 5, mit welcher man 215°. 34′ vervielfältiget hat, zeiget an, daß dieser Durchgang nach 5. Vereinigungen geschehen wird, das ist, beyläufig nach 8. Jahren, oder in dem Jahre 1769, wie es in der That sich ereignet hat. Auf die nämliche Art werden Sie finden, daß wir uns keiner solchen Erscheinung mehr in unserem Leben trösten können, und der nächste Durchgang der Venus nur erst im Jahre 1874. wieder geschehen wird.

Sie wissen Sich zu erinneren, welche Bewegungen der letzte Durchgang der Venus im Jahre 1769. unter den Gelehrten in ganz Europa verursachet hat. So gar über Meere in unterschiedliche Welttheile sind sie gefahren, und Monarchen haben einen solchen Beobachtungseifer mit ihrem Schutze unterstützet. Sie werden Sich wohl einfallen lassen, daß diese Beobachtung eine der wichtigsten seyn müße. Der Hauptvortheil

theil, den man aus ihr ziehet, ist die Parallaxe der Sonne, und Sie wissen schon, welchen nothwendigen Einfluß sie in die ganze Laufsternewelt habe. Der erste, dem dieser vortheilhafte Gebrauch eingefallen ist, scheint der berühmte Halley gewesen zu seyn. Ich will mich in alles das nicht einlassen, was man an ihm hernach getadelt hat; ich werde nur trachten, Ihnen einen kurzen, und so viel möglich, klaren Begriff von der Sache zu geben.

Es sey (Fig. 57.) E S der Sehekreis in Be- Fig. 57.
ziehung auf einen Zuseher in A, und die Sonne in S sey eben in dem Sehekreise, P sey die Venus eben auch in der Linie E S; Wenn ein Zuseher in dem Mittelpuncte der Erde E wäre, so würde er die Venus in der Sonne in F sehen, aber der Zuseher in A wird sie in G sehen, und der Winkel A P E wird die Horizontallparallaxe der Venus seyn. Setze man, die Venus sey in einem anderen Puncte V über den Sehekreis, so wird ihr scheinbarer Ort von dem Mittelpuncte der Erde aus in B, und von A in C seyn; der Winkel aber A V E die Parallaxe der Venus in der Höhe P V seyn. Ziehet man die Linie A B, so wird der Winkel A B E den scheinbaren Halbmesser der Erde von der Sonne ausmessen, und folglich die Parallaxe der Sonne seyn. Nun ist der äußere Winkel A V E = V A B + A B E, folglich B A C = A V E — A B E, wenn also in dem Dreyecke A V B das Verhältniß der Entfernung der Sonne, und der Venus A B, und A V, und die

Paral-

Parallaxe der Sonne gegeben ist, so wird man die Parallaxe der Venus finden, und im Widerspiele.

Weil es gewiß ist, daß die Nebensicht den scheinbaren Ort der Venus verändere, so folget, daß sie in Beziehung auf verschiedene Zuseher früher, oder später in die Sonneuscheibe eintretten, oder aus selber heraustretten müße, und mithin auch ihr ganzer Aufenthalt in der Scheibe nicht für alle Beobachter gleich seyn könne. Auf diese Anmerkung gründet sich alles, und derohalben verdienet sie erkläret zu werden. Es sey

Fig. 58. DFH (Fig. 58.) ein Theil der Laufbahn der Venus, XWV die Sonnenscheibe, in A und B zwey Zuseher, die Bewegung der Venus geschehe von D nacher H. Augenscheinlich ist es, daß der Zuseher in A die Venus in der Berührung mit der Sonnenscheibe mittels des Strales ADX schon damals sehen wird, wenn der Laufstern in D ist, der Zuseher in C würde eben dieses sehen, wenn der Laufstern in E ist, und der Zuseher in B endlich, wenn der Laufstern in F ist. Wieder siehet der Zuseher in A die Venus bey ihrem Austritte dazumal, da sie in G ist, u. s. w. folglich wird die ganze Erscheinung für den Zuseher in A beschleuniget, und für den in B verspätet. Noch nicht genug. Denn weil der Zuseher währender Erscheinung mit der Erde in einem Kreise herumgedrehet wird, so wird es, je nachdem er an einem Orte ist, geschehen, daß seine Bewegung entweder nach der nämlichen Seite mit der Venus, oder in einer entgegen gesetzten Richtung von sich gehe,

welches

welches der Aufenthalt des Laufsternes in der Sonnenscheibe verlängern, oder verkürzen muß. Also zum Beyspiele, beweget sich A nacher M gegen die nämliche Seite mit der Venus, und zu gleicher Zeit wird B nacher N übertragen in einer gerade entgegen gesetzteu Richtung, so muß denn der Aufenthalt der Venus in der Sonnenscheibe für den Zuseher A länger, und für den B kürzer seyn, als sie wäre, wenn sie von beyden aus dem Mittelpuncte der Erde beobachtet würde.

Daß dieses die Wirkung der Nebensicht sey, ist ungezweifelt, und haben Sie einmal selbe bestimmet, so ist die Nebensicht gefunden. Sie läßt sich also bestimmen: Man suche erstens durch die genauesten Berechnungen alles dasjenige, was zu der Erscheinung des Durchganges, wie er aus dem Mittelpuncte der Erde müßte gesehen werden, gehöret. Nach diesem bestimme man durch neu wiederholte Berechnungen eben dasselbe auf Beziehung des Beobachtungsortes, wo freylich der Aufenthalt der Venus in der Sonnenscheibe einer der nothwendigsten Puncte ist. Da aber zu seiner Bestimmung, wie wir schon gesehen, die Nebensicht der Sonne nothwendig ist, so nehme man eine unbekannte Z. B. 10″ für bekannt an, und merke sich den Unterschied der Aufenthalte, desjenigen nämlich, den man in der angenommenen Hypothese gefunden hat, und des aus dem Mittelpuncte gesehenen sorgfältig auf. Alsdann schreitet man zur Beobachtung selbst, merket genau die Zeit der ersten, und der letzten Berührung der Scheiben, und findet also den ganzen Aufenthalt.

Diesen hält man mit dem aus der Berechnung in der angenommenen Hypotheſe gefundenen zuſammen, und findet, wenn zwiſchen ihnen ein Unterſchied wäre, mittels einer gemeinen Proportion die Nebenſicht der Sonne.

Die Sache wird in einem Beyſpiele klar werden. In dem Durchgange des 1769. Jahres findet man, daß der Aufenthalt der Venus aus dem Mittelpuncte der Erde geſehen von 6St. 20′. 38″ ſey. Man berechne, wie lang ſich die Venus aufhalten würde in Beziehung auf einen Zuſeher, der in Wardhous unter den 70°. 22′. 35 Weltbreite die Erſcheinung beobachtete, und man findet ſie 6St. 30′. 54″. Die Differenz iſt 10′. 16″, und ſo viel würde die Zeit in der Sonnennebenſichthypotheſe von 10″ verlängeret werden. Nun hat Hell in Wardhous nach genaueſter Beobachtung den Aufenthalt befunden von 6St. 29′. 34″, 6, welcher von dem Centralaufenthalte um 8′. 56″, 6 unterſchieden iſt. Da ſich nun die Wirkungen, wie ihre Urſachen verhalten, ſo ſage man, wie der parallactiſche aus der Berechnung gefundene Unterſchied 10′. 16″. zu der angenommenen Nebenſicht der Sonne 10″ verhält, ſo verhält ſich der beobachtete Unterſchied 8′. 56″, 6 zu der wahren Nebenſichte, welche denn von 8″ $\frac{7}{100}$ gefunden wird.

Nachdem wir von den Finſterniſſen ziemlich weitläuftig gehandelt haben, ſo wäre hier der Ort (und Sie verlangen es) einige Regeln zu geben, nach welchen

ſie

sie auf dem Papiere mit allen ihren Erscheinungen entworfen werden können. Doch weil der Entwurf, besonders der Sonnenfinsternissen sehr vieles voraussetzet, so behalte ich mir es vor, in selbem mündlich Sie zu unterrichten. Uebrigens sollen Sie die Freude haben, alle Erscheinungen, die bey den Finsternissen vorkommen, in der Laufsternenmaschine zu sehen. Sollte sich wirklich eine Finsterniß ereignen, so werde ich noch überdieß die Gelegenheit haben, Ihnen dieselbe auf der Sphäre vorzustellen, wo Sie denn die Erscheinungen auf der Sphäre mit denen, die Sie im Himmel selbst beobachten werden, mit besonderem Vergnügen zusammen halten können.

Achtes Hauptstück.

Von der Figur der Laufsterne.

Die scheinbare Gestalt sowohl der sichtbaren Scheibe der Laufsterne, als des Durchschnittes von ihrem Schatten ist rund; sie sind also ungeheuere in einem leeren Raume frey schwebende Kugeln. Doch sind sie sphärisch diese Kugeln? sind sie eyrund, oder zusammen gepresset? dieses ist, was das Aug in solchen Entfernungen nicht unterscheiden kann, wenn nicht vielleicht die Abweichung von der sphärischen Figur allzugroß ist, wie es sich in der That bey dem Jupiter ereignet. Die

berühmtesten Männer haben die Frage aus mathematischen Grundsätzen untersuchet, und beantwortet. Sie werden alsogleich überzeuget werden, daß Sie zur Sache nicht sicherer hätten gehen können.

Obgleich die Geometrie ein von lauter Wahrheiten zusammengesetztes Lehrgebäude ist, und folglich nichts in ihrem ganzen Umfange dulden kann, was zweifelhaft, und willkührlich wäre, so hat sie doch das Recht, daß sie einige, oft auch nicht bewiesene Grundsätze annehmen kann, auf welche sie eine Folge der Wahrheiten bauet. Sie nimmt von dem angenommenen Satze nichts zu ihrem Gebäude; nein, alles, was sie lehret, ist wahr, alles hat sie nur sich selbst zu verdanken; aber sollte das angenommene wanken, so sinkt das ganze Gebäude. Es ist in gewisser Maaße das, was ein Haus, welches dem Grunde, auf dem es stehet, nichts zu danken hat, und dennoch ohne den Grund nicht stehen kann. Ich habe Sie dessen hier erinneren müßen, weil man bey der Auflösung der vorhandenen Aufgabe eines, und das andere annehmen muß, das sich in der Natur gewiß nicht so, wie es angenommen wird, sondern nur beynahe also befindet. Sie werden also **erstens** annehmen, ein Laufstern bestehe durchgehends aus einer gleichförmigen Materie, welche von dem Mittelpuncte bis auf die äußerste Oberfläche gleichförmig eingetheilet ist, und einen überall gleich dichten Körper gestaltet. Denn wie würde sich wohl jene unendliche Verschiedenheit der möglichen Zusammenfügungen aller kleinsten Theilchen unter eine Berechnung bringen lassen? **Zweytens**

müßen

müßen Sie Sich einbilden, der Körper der Laufsterne sey im Anfange flüßig gewesen, bis er die ihm zustehende Gestalt erhalten hat. Obschon dieses in aller Schärfe nicht wahr ist, so läßt es sich dennoch ohne Widerspruch annehmen, weil doch wenigstens ein größerer Theil der Oberfläche der Laufsterne mit einem flüßigen Wesen bedecket ist, welches gewiß die nämliche Figur annehmen wird, die einem durchaus flüßigen Körper zustehen würde. **Drittens** setze man voraus, daß die kleinsten Theilchen der Laufsterne eine Kraft haben dem Mittelpuncte des ganzen Körpers sich zu näheren, welche einem gewissen, doch umgekehrten Gesetze der Entfernungen folge. **Viertens** endlich muß nicht außer Acht gelassen werden, daß eben diese Theilchen nicht nur eine Mittelpunctskraft haben, sondern auch unmittelbar eines in das andere wirke, und folglich mit Kräften versehen seyn, welche sich wieder gerade, oder umgekehrt, wie die Entfernungen, oder ein Vermögen der Entfernungen verhalten. Die zwey letzteren Puncte sind nicht willkührlich angenommen, sondern, wie Sie es sonst gelernet haben, von der Natur selbst entlehnet.

Nun nehmen Sie an, ein Laufstern habe im Anfange alle diese Bedingnisse gehabt, und sey überdieß noch in einer vollkommenen Ruhe gewesen, und Sie werden leicht begreifen, daß er eine vollkommen sphärische Figur hat annehmen müßen, denn, weil wir voraussetzen, daß der Körper durchaus flüßig sey, und jede einzelne Partikel eine Mittelpunctskraft habe, so

folget nothwendig, daß sich die Theilchen um den Mittelpunct also haben setzen müßen, daß, wenn wir uns die ganze Masse aus unendlich vielen Wassersäulchen, oder Röhren zusammengesetzet einbilden, eine jede einzelne Fig. 59. Röhre N C c n (Fig. 59.) mit einer jeden andern A C c b im Gleichgewichte sey, welches gewiß nur damals geschehen kann, wann das ganze Gewicht der einen dem Gewicht der andern vollkommen-gleich ist. Da nun der Körper durchaus gleichförmig ist, und folglich ein jeder Durchschnitt N n der einen Säule die nämliche Mittelpunctskraft hat, welche der Durchschnitt B b der andern Säule in der nämlichen Höhe, so sieht man, daß das Gewicht der Säulen NC cn, und BC cb nur damals das nämliche seyn wird, wenn die Höhen C N, und C B die nämlichen seyn werden, das ist, wenn der Körper sphärisch ist.

Allein dieß ist gewiß der Fall nicht bey unseren Laufsternen, welche sich um ihre Achse drehen. Stellen Sie Sich vor, A B F G sey der Durchschnitt eines im Fig. 60. Anfange sphärischen Laufsternes, (Fig. 60.) der sich um die Achse A F drehet; G B sey der Ebener, auf dessen Umkreise ein Theilchen B gelegen ist, eine andere Partikel sey in D auf dem Umkreise eines Reimlings, dessen Durchschnitt E D auf die Achse senkrecht ist. So bald sich die Masse um die Achse A F zu drehen anfängt, bekommen die Theilchen B, und D eine Bewegung, kraft welcher sie über die Umkreise zu der nämlichen Zeit herumgehen, und folglich eine ungleiche Geschwindigkeit bekommen, welche um so viel kleiner ist,

als

als der Punct näher an A liegt, und folglich in B die größte, in A und F die kleineste ist. Sie wissen schon, daß bey einer solchen Bewegung ein jeder Punct auf der Oberfläche der Kugel eine Schwungkraft bekömmt, mit welcher er sich von dem Mittelpuncte desjenigen Kreises zu entfernen trachtet, den er wirklich durchläuft. Daher, wenn wir auf die Mittelpunctskräfte zurücksehen, wird der Punkt B in der Richtung BI von C, und der Punct D in der Richtung DH von E mit Kräften BI, und DH, die sich wie CB, und ED, das ist, wie die Halbmesser der durchgelaufenen Umkreise verhalten, sich zu entfernen trachten. Und dieses geschähe, wenn die Theilchen B und D keinen gemeinschaftlichen Zusammenhang mit dem Mittelpuncte C hätten. Nun aber, da sie an den Punct C angezogen werden, die Schwungkraft aber des Punctes D in einer Richtung DH wirket, welche der Richtung CD, das ist, der Richtung der anziehenden Kraft nicht gerade entgegen gesetzet ist, so zeiget es sich von sich selbsten, daß sie nicht ihre ganze Wirkung äußeren könne. Sie muß in zwey andere aufgelöset werden, derer eine HM in der Richtung der berührenden Linie die Partikel forttreiben würde, die andere DM sie von dem Mittelpuncte C zu entfernen trachtet, und welche aus dieser Ursache die wahre Schwungkraft in unserem Falle ist. Sie hat augenscheinlich eine doppelte Wirkung, weil sie zu gleicher Zeit den Punct D sowohl von der Achse AF, als auch von der Fläche GB zu entfernen trachtet, sie wird also wieder in die Kräfte Dm, und Mm aufgelöset, welche

wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke DMm, und DCO sich wie CO und DO, oder wie die Nebenbogenhöhe (Cosinus) der Breite zu der Bogenhöhe (Sinus) eben derselben Breite verhalten.

Dieses vorausgesetzet, begreifen Sie vollkommen, daß **erstens** die Schwungkräfte in verschiedenen Theilen der Oberfläche des Laufsternes nicht gleich seyn, und zwar, daß die größte in B, von hier gegen A allzeit kleiner, und endlich in A die kleineste, oder gar keine sey. Da nun die Schwungkraft der Kraft der Schwäre entgegen gesetzt ist, so ist es eine natürliche Folge, daß die Kraft der Schwäre in B die kleinste, und in A die größte sey. Sie bemerken **zweytens**, daß eben dasselbe, was von den Puncten B, und D gesagt ist worden, sich auf jede andere von dem Mittelpuncte C entfernete Puncte O und r schicke; Bilden Sie Sich also zwey Wassersäulchen DC, und BC ein, so wird die Säule DC aus Theilchen bestehen, derer jedes schwärer ist, als ein anderer in der Säule CB in gleicher Entfernung von C gelegener Theil, folglich ist das Gewicht der Säule DC größer, als das der Säule CB, und hieraus schließen Sie, daß das Gleichgewicht in einer Sphäre nicht bestehen kann, und das es nicht anders kann erhalten werden, als wenn die Höhe der Säule CB zunimmt, und die der Säule CD abweicht, und zwar in dem umgekehrten Verhältnisse der Gewichte, woraus denn eine bey A und F zusammengedrückte Figur entstehet. **Drittens** ist es klar, daß, weil ein jeder Punct D sich sowohl von der Achse AF, als von

der

der Fläche GB zu entfernen trachtet, mit Kräften, die sich wie CO: DO verhalten, das Gleichgewicht nicht könne erhalten werden, wenn nicht der nämliche Punct D andere den vorigen entgegen gesetzte Kräfte hat, die sich eben auch, wie CO: DO verhalten. Und dieses geschieht in einer Sphäroide, das ist, in einer Figur, welche entstehen würde, wenn sich eine Ellipse um ihre kleinere Achse drehete. Den Beweis sind wir vornehmlich dem berühmten **Mac-laurin** schuldig, nach welchem die ansehnlichsten Geometren, als **Clairaut, Maupertuis, Bouguer, Boscowich, d'Alembert, Frisi, Simpson** u. d. m. das nämliche ein jeder nach seiner Art abgehandelt haben. Der geometrische Beweis setzet allzuviel voraus, als daß wir ihn in Kürze geben könnten. **Viertens**, da Ihnen wohl bewußt ist, daß aus der Wirkung der Schwungkraft, wenn sie nicht gänzlich vernichtet ist, in einer jeden Partikel eine Bewegung entstehen muß, kraft welcher sie auf der Oberfläche DAGF fortrolle (Fig. 60.) oder was das nämliche ist, nach der Richtung der berührenden Linie Pp weggehe, welches das Gleichgewicht der verschiedenen Theilchen nothwendig aufheben würde, so machen Sie alsogleich den Schluß, daß die Richtung der anziehenden Kräfte diese so nachtheilige Wirkung verhindern müße, welche gewiß keine andere seyn kann, als eine auf die Oberfläche senkrechte Richtung. **Fünftens**, wenn Sie betrachten, daß die sphäroidische Figur eine der regelmäßigen Figuren sey, so fällt Ihnen alsogleich ein, daß die Zunahme der Schwäre von B

gegen A wahrscheinlicher Weise regelmäßig sey; und in Wahrheit, man beweiset ziemlich leichte, daß die Zunahme der Schwäre sich wie die Vierecke der Bogenhöhen der Breiten, oder die Pfeile (Sinus versi) der doppelten Breiten sich verhalten. (a) Man nimmt diese Regel ziemlich sicher an, ob sie sich gleich nur auf jenen Fall schicket, in welchem die Sphäroide durchaus gleichförmig ist, und die Richtung der Schwäre zu dem Mittelpuncte trachtet. Sechstens darf ich nicht melden, daß die Mittagslinien keine Kreise, sondern Ellipsen sind, und folglich die Grade von ungleicher Größe, also zwar,

---

(a) 47) Man verlängere C B bis in G, so daß G B die Fig. 61. Schwungkraft an dem Ebener, und F B eben dieselbe in der Breite B vorstelle, G D sey reimend mit C N. Da es gewiß ist, daß die Schwungkraft der Kraft der Schwäre entgegen gesetzet ist, und ihr folglich eben so viel benimmt, als sie werth ist, so wird der Verlust der Schwäre unter dem Ebener durch G B, und unter der Breite B durch F B richtig vorgestellet. Daher ist ein Partikel in B um $GB - FB = GF$ schwärer, als unter dem Ebener, und die Zuwächse der Schwäre verhalten sich wie B G: G F. Nun ist $BG : GD = GD : GF$, und mithin $BG : GF = BG^2 : GD^2 = BC^2 : AC^2 = BC^2 : BO^2$, das ist die Verminderung der Schwäre unter dem Ebener verhält sich zu der Zunahme der Schwäre in der Breite B, wie das Viereck des Radius zu dem Vierecke des Sinus der Breite. Da nun B G, und B C unveränderlich sind, so ist allzeit $GF = AC^2$, das ist die Zunahme der Schwären verhält sich wie die Vierecke der Sinus der Breite in einer Sphäre, in einer Sphäroide aber beynahe also, es sey denn, daß sie von der sphärischen Figur allzuviel abwiche.

zwar, daß sie immer größer werden, je näher man von dem Ebener zu den Polen kömmt. Die Länge eines Grades unter dem Ebener verhält sich zu der Länge unter dem Pole, wie der Cubus der kleineren zu dem Cubus der größeren Achse; (a) die Zunahme aber der Grade ist in dem Verhältnisse der Vierecke der Bogenhöhen der Breiten.

Aus diesem merken Sie schon, daß gleichwie die Grade in verschiedenen Breiten des nämlichen Laufsternes nicht die nämlichen sind, also auch die Grade der verschiedenen Laufsterne auch in der nämlichen Breite ver-

---

41. Zusatz. Es sey $EBP = 2\,EB =$ der doppelten Breite von B; ziehe man die Linie EP, welche in I in zwey gleiche Theile von der senkrechten CB geschnitten wird, und PM, welche der Sinus der doppelten Breite ist, und dessen Pfeil ME. Nun ist $ME : PE = PE : QE$, folglich $ME = \frac{PE^2}{QE} = PE$ (weil QE eine beständige Quantität ist) $= \frac{1}{4}$

$PE^2 = EI^2 = BO^2$, weil $EI = BO$ wegen der Gleichheit der $\triangle\triangle$ BCO, und ICE; folglich ist die Zunahme der Schwäre wie ME.

(a) 48) Es kann nicht zweifelhaft seyn, daß sich die Längen der Grade verhalten, wie die Halbmesser (R und r) der Krümmung. Wenn also D und d Grade unter dem Aequator, und dem Pole vorstellen, so ist $D : d = R : r = \frac{2CN}{CE^2} : \frac{2CE}{CN^2}$, (aus der Kegelschnittlehre) $= CN^3 : CE^3$. Fig. 62.

verschieden seyn werden, wenn auch gleich zwey Laufsterne von der nämlichen Größe wären. Denn der Ellipsen, und folglich der Sphäroiden ist eine unendliche Menge möglich. Es muß denn erstens die Gattung der Ellipse, aus deren Umdrehung die Figur des Laufsternes entstehen würde, bestimmet werden; sie läßt sich geometrisch bestimmen, und hängt meistens von dem Verhältnisse der Schwungkraft zu der Kraft der Schwäre ab. Doch weil die Sachen, die man als gegeben ansieht, bey allen Laufsternen, die Erde allein ausgenommen, meistens unbekannt sind, so wird man schwärlich etwas sicheres ohne Beobachtungen erwarten können, welche aber nur beym Jupiter, und beym Monde uns etwas geben. Der Jupiter ist eine an den Polen überaus zusammen gedrückte Kugel; der Unterschied zwischen seiner Achse, und dem Durchmesser des Ebeners läßt sich durch Fernröhre so erkennen, daß man so gar im Stande war ihr Verhältniß zu bestimmen, sie sind wie 13: 14. Die Figur seines Schattens ist von einer kreisförmigen Figur so viel unterschieden, daß man sie bey den Finsternissen seiner Trabanten in Acht nehmen muß.

Herr **Tob. Mayer** hat sehr sorgfältig den Unterschied der Durchmesser des Mondes beobachtet, und er hat ihn bald größer, bald kleiner gefunden. Das Mittel aus allen genommen glaubet er, daß die Achse des Mondes um 2. oder 3. Secunden kleiner sey, als der Durchmesser des Ebeners, doch bekennet er, daß diese Bestimmungen sehr ungewiß seyn. Nehmen wir an, sagt **d'Alembert**, daß der Mond durchaus gleichförmig sey,

so

so würde der Unterschied der zwey Durchmesser beyläufig $\frac{1}{112000}$ seyn, welches viel unter 1″ ist. Denn setzen wir, daß der Durchmesser des Mondes 34′ sey, so kömmt auf 1″ Unterschied nur $\frac{1}{2040.}$ In eben dieser Hypothese findet **P. Frisi** für den Unterschied der Durchmesser des Mondes $\frac{1}{115009.}$ Er ist sicher so klein, daß er unmöglich könnte beobachtet werden.

Alles dieses gehöret nur zu der angenohmenen Hypothese, daß die Materie des Laufsternes durchaus gleichförmig sey, oder wenigstens aus Rinden bestehe, derer jede in ihrem ganzen Umfange gleichförmig sey, obschon eine von der anderen in der Dichtigkeit sehr unterschieden ist. Wenn es wahr ist, daß um den Mittelpunct der Laufsterne sich ein Kern befindet, der viel dichter als die übrige rund um ihn liegende Materie ist, so wird diese Materie auf die nämliche Art gegen den Mittelpunct wirken, auf welche alle andere außer einer Sphäre gelegenen Körper gegen den Mittelpunct schwär sind; Da also der Kern diesem Gesetze eine sehr geringe Hinderniß thut, so werden ihre Figuren wenig von derjenigen unterschieden seyn, welche in der Hypothese der Gleichförmigkeit aus dem Verhältnisse der Schwungkraft zu der Kraft der Schwäre entstehen müßte.

Neuntes Hauptstück.

Von der Figur der Erde insonderheit.

Es hat keine lange Zeit gebraucht, um sich zu überweisen, daß der Erdball rund sey. Nachdem man sich bey vorgenommenen Reisen der Sterne zu Wegweisern bedienet hat, welches gewiß sehr frühzeitig geschehen, hat man bemerken müßen, daß die Sterne an verschiedenen Stellen der Erde eine verschiedene Höhe über den Sehekreis haben; Derjenige, der beyläufig in dem nämlichen Mittagskreise gegen den Pol reisete, beobachtete, daß der Polarstern sich immer mehr erhöhete, und im Widerspiele niedriger wurde, wenn er gegen Mittag reisete. Man war also überzeuget, daß die Erde gegen die Pole nicht flach, sondern rund sey, und nachdem man bemerket hat, daß, wenn man auf der Erde gegen Osten, oder Westen von dem Mittagskreise sich entfernete, die Sonne, und die Sterne früher, oder später, auf- und niedergiengen, so hat man schließen müßen, daß die Oberfläche der Erde sich auch in der, auf den Mittagskreis senkrechten Richtung, neige, und folglich die Erde eine Kugel sey. Mit allem dem wußte man von der wahren Figur der Erde sehr lange nichts, ob man gleich Ursache genug gehabt hätte, wenigstens zu zweifeln, ob sie nicht von der sphärischen Figur in etwas abweiche. Wir haben gesehen, daß schon 128. Jahre vor Christi Geburt Hypparch bemerket habe,

daß

daß die Länge der Fixsterne merklich gewachsen; seine Beobachtung ist von Astronomen, die nach ihm kamen, bestättiget worden, und man hätte gar leicht sich überweisen können, daß die Bewegung bey den Sternen scheinbar, und nur in der Erdkugel eine wahre Bewegung sey, aus welcher jene berühmte Erscheinung der Vorausgehung der Nachtgleichen folget. Diese einzige Erscheinung ist schon überweisend, daß der Erdball bey den Polen zusammengedrückt sey. Aber der Zusammenhang der zwey Wahrheiten ist nicht so augenscheinlich; er setzet vielmehr so vieles voraus, daß es kein Wunder ist, wenn ihn keiner der älteren Naturkündigen gesehen. Nur dem grossen **Newton** war es vorbehalten, jene glückliche Entdeckung zu machen, nach welcher uns sehr vieles in dem Himmel nimmer geheim ist. Doch die Figur der Erde aus diesem Grundsatze bestimmen zu wollen, wäre allzuweitläuftig, und die Wahrheit zu bekennen, auch unnütz; Denn wir suchen ja nicht, welche die Figur der Erde seyn müßte, wenn die Natur alles so angeordnet hätte, wie es die Geometrie anzunehmen genöthiget ist; Nein, wir wollen sie finden, wie sie in der *That ist.* Und zu diesem Ende können uns nur die Beobachtungen führen, und zwar durch zwey verschiedene Wege.

Nur itzt haben wir gesehen, daß die Schwäre der Körper auf der Oberfläche einer Sphäroide nicht überall die nämliche sey; sie wächst gegen die Pole, und die Zunahme der Schwäre verhalten sich, wie die Vierecke

der

der Bogenhöhen der Breiten, oder wie die Pfeile der doppelten Breiten, oder wie die halben Pfeile der doppelten Breiten. Nehmen Sie also 10000000. für den Radius an, so werden 0, 555744, und 10000000. die halben Pfeile unter dem Ebener, zu Wienn, und an dem Pole seyn, und mithin die Zunahme der Schwäre an diesen Oertern, wie diese Zahlen sich verhalten, wenn die Erde eine regelmäßige Sphäroide ist. Nun kömmt es darauf an, daß man ein sicheres Maaß der zu- oder abnehmenden Sphäre habe; und ein solches findet man in der verschiedenen Länge der Pendeln, die zur nämlichen Zeit einen Schwung vollenden. Denn, weil die Zeit, in welcher sich die verschiedenen Pendeln schwingen, ein gewisses Verhältniß zu derjenigen Zeit hat, in welcher ein Körper durch die halbe, oder ganze Länge des Pendels fiel, in dem Falle der Körper aber durch verschiedene Räume die wirkenden Kräfte sich, wie die durchgelaufenen Räume selbst verhalten, so folget unstreitig, daß sich die Kraft der Schwäre, wie die Länge des Pendels, und die Zunahme der Schwäre, wie die Verlängerungen der Pendeln verhalten. Wenn man also genau bestimmte, wie viel man das Pendel in verschiedenen Breiten, als Z. B. in Wienn, und unter dem Pole verlängeren müße, auf daß es zur nämlichen Zeit sich eben so oft über seinen Bogen schwinge, und fände, daß sich die Verlängerungen zu Wienn, und unter dem Pole genau wie 555744, und 10000000. verhalten, so wäre es klar, daß der Erdball eine bey den Polen zusammengedrückte Sphäroide sey.

Ich

Ich habe die Verlängerung des Pendels unter dem Pole nur derohalben angeführet, weil der Pol am meisten entfernet ist; Denn, da wahrscheinlicher Weise noch niemand bis unter den Pol gekommen ist, viel weniger Versuche mit dem Pendel angestellet hat, so kann sie nicht in Vergleich kommen. Aber die Sache ist die nämliche, wenn wir nur Versuche von Oertern haben, die ziemlich weit von einander entfernet sind. **Richer** war der erste, der in der im 4°. 55′ nördlicher Breite gelegenen Insel Cayenne bemerket hat, daß sein Pendel innerhalb eines Umlaufes der Ruhesterne um 24″ weniger Schwunge gemacht hat, als in Paris, welche Stadt im 48°. 50″ nördlicher Breite liegt; er mußte sein Pendel um $1\frac{1}{4}$ Linie verkürzen. Seine Beobachtung war gleichsam ein gegebenes Zeichen, auf welches **Huyghens**, und **Newton** ihre geometrischen Untersuchungen von der Figur der Erde zu machen angefangen haben; aber ihr größter Nutzen bestund in dem, daß man sich nach **Richers** Beyspiele überall befließ, die Länge des Pendels zu bestimmen, die wir nun, wenigstens so viel die Hauptstädte Europens, und nicht wenige andere in Ost- und Westindien gelegene Städte belanget, zuverläßig wissen.

Halten wir nun die beobachteten Verlängerungen des Pendels mit denen zusammen, die nach geometrischen Grundsätzen sind berechnet worden, so finden wir durchaus einen Unterschied; zum Beyspiele: Die aus Beobachtungen bestimmte Länge des Pendels zu Paris ist 440, 67 Linien, und folglich ihr Zuwachs über die

Länge unter dem Ebener 1, 46, nach der Rechnung aber sollte es um 1, 39 Linien verlängeret werden, also ist die Rechnung von der Beobachtung 0, 07 unterschieden; zu Petersburg gehet dieser Unterschied bis auf 0, 23 u. s. w. Doch stimmet die Beobachtung mit der Berechnung in dem überein, daß die Länge des Pendels von dem Ebener gegen die Pole immer wächst.

Man sieht schon, daß, wenn auch die Beobachtungen mit der angenommenen Hypothese der Gleichförmigkeit der Materie bey dem Erdballe nicht übereinstimmen, sie dennoch augenscheinlich beweisen, daß die Kugel unter den Polen zusammengedrückt, aber doch flächer sey, als sie seyn müßte, wenn sie durchaus gleichförmig wäre. Doch dieses war zu dem vorgesetzten Ziele nicht genug; denn man wollte die Zunahmen der Grade gegen den Pol genau wissen, und es liegt uns in der That viel daran, daß wir sie wissen. Man mußte also der Sache auf eine andere Art nachforschen.

Der einzige, und wie man glaubte, sicherste Weg die Figur der Erde zu bestimmen, war die Länge einiger in dem nämlichen Mittagskreise, doch weit von einander gelegenen Grade auf der Oberfläche der Erde selbst abzumessen. Der erste, der ein solches Werk unternommen, war **Almamoon** Caliph von Babylon beyläufig im Jahre 800. nach Christi Geburt. Lang nach ihm, das ist, im Jahre 1525. hat **Fernelius**, und hernach zu unterschiedlichen Zeiten **Snellius**, **Norwood**, und **Riccioli** das nämliche unternommen. Doch ich

will

will Sie nicht aufhalten; Denn die Bemühungen eines Bouguer, und Condamine in Quitto, eines Clairaut, und Maupertuis in Lappland, eines Boscowich, und Le Maire in Italien, eines La Caille in Afrika, der Engländer in Pensylvanien, eines Liesganiggs in Oesterreich, Steuermarkt, Mähren, und letztens in Hungarn sind Ihnen nicht unbekannt. Ich will nur kurz melden, wie man zur Sache gegangen ist.

Ein Mittagskreis auf der Erde ist jene krumme Linie, welche auf der Oberfläche des Erdballes entstehen würde, wenn er von einer Fläche durch die Achse durchgeschnitten würde; ein Grad aber ist ein Raum auf dem Umkreise dieses Durchschnittes, der zwischen zwey Linien eingeschlossen ist, welche beyde auf den Umkreis selbst senkrecht sind, und bey ihrem gemeinschäftlichen Durchschnitte einen Winkel von einem Grade gestalten, als z. B. der Raum OM (Fig. 63.), der zwischen den senkrechten Linien RC, und PC liegt. Nun ist es klar, daß erstens der äußerste Rand des Durchschnittes durch den Pol in einer Sphäroide eine Ellipse ist, zweytens daß die zwischen zwey auf den Umkreis senkrechten Linien eingeschlossenen Räume, wenn sie über den nämlichen Winkel von 1° gespannet sind, von ungleicher Größe seyn, und je mehr wachsen müßen, je mehr die Krümmung abnimmt. Denn je kleiner die Krümmung ist, um so viel mehr nähern sich die Perpendikeln zu einer parallelen Lage, und folglich um so viel später werden sie Fig. 63.

sich schneiden. Einen Mittagskreis kann man nun betrachten, als wäre er eine aus lauter Kreisbögen zusammengesezte krumme Linie, so, daß der Mittelpunct eines jeden solchen Kreisbogens von einem Grade dort sey, wo die zwey nächsten Perpendikeln sich begegnen, mithin ist es klar, daß die Bogen, und folglich die Grade dort kleiner werden müßen, wo die Perpendikeln früher sich begegnen, welches nahe an dem Ebener geschieht, und im Widerspiele größer sind, wo selbe sich später durchschneiden.

Wenn die Oberfläche der Erde eben, ohne Erhöhungen, und Erniedrigungen wäre, und man überdieß noch in das Innerste des Erdballs hineindringen könnte, so würde es fast keine Kunst brauchen, den Bogen O M durch ein eigenes Maaß richtig zu bestimmen. Aber dieß wäre ein abentheuerliches Begehren, und da der Sache ohne dieß sehr leicht abgeholfen wird, auch unnütz. Man bedienet sich also zum ersten anstatt der senkrechten Linien R O, und P M des Pendels mit größtem Vortheile. Der eine Kenntniß in der Naturwissenschaft und einen Gebrauch der Werkzeuge hat, weiß, wie beschwerlich, und fast unmöglich es sey, von der senkrechten Stellung einer Linie auf die Oberfläche der Erde versichert zu seyn, das Pendel aber schickt sich von sich selbsten in die Richtung der schwär n Körper, welche allzeit auf die Oberfläche der Erde senkrecht ist. Dieß aber sey nur überhaupt gesagt; denn daß auch die Richtung der Pendeln von der senkrechten abweiche, und es eben darum um eine versicherte Bestimmung der

Figur

Figur der Erde verzweifelt sey, werden wir alsogleich vernehmen. Nachdem man der Perpendikel versichert ist, läßt sich der Winkel O C M ziemlich leichte bestimmen. Man erwählet sich einen Fixstern S, der nicht weit von dem Scheitelpuncte P entfernet ist; man stellet sein Werkzeug welches füglich ein Viertelkreis ist, in der Fläche des Mittagskreises, so, daß die eine Seite des Werkzeuges genau die Richtung des Pendels P M hat, und läßt den Stern S, wenn er eben über den Mittagskreis hingehet, durch das Fernrohr M S durchlaufen; Der Winkel P M S wird den Abstand des Sternes S von dem Scheittelpuncte P des Beobachters in M geben. Wenn dieses vollendet, gehe man in der Richtung des Mittagskreises von M gegen O so lange fort, bis der vom zweyten Orte O beobachtete Winkel R O S im Falle, daß der Stern S zwischen den beyden Scheitelpuncten P, und R stünde, mit dem erstens beobachteten S M P zusammen einen Grad austrägt, im Falle aber, daß der Stern in beyden Orten M, und O auf die nämliche Seite außer den Scheitelpuncten P und R stünde, wie in s, wird der Beobachter so lange fortgehen, bis die Differenz der zwey Winkel P M s, R O s einen Grad ausmacht. Ich behaupte nun, daß der Raum M O, und mithin auch der Winkel O C M einen Grad beträgt. Denn ziehen Sie die Linien C S, so sehen Sie, daß der äußere Winkel R O S = O C S + O S C, und der äußere Winkel P M S = M C S + M S C, folglich

R O S + P M S = O C S + M C S + O S C + M S C;

Sie erinneren sich aber, daß so gar die jährliche Neben-

ficht von einem Ruhesterne nicht von 1″ sey, und mithin ist der Winkel OSM um so viel mehr unendlich klein. Also ist ROS + PMS = OCS + MCS = 1°. Es wäre überflüßig, Sie allhier berichten zu wollen, daß die Beobachtung sehr viele Verbesserung brauche, und von den Fehlern, welche von der Abirrung des Lichtes, der Schwankung der Erdachse, der Lichtbrechung u. s. w. entstehen, müße befreyet werden.

So bald der Bogen OM astronomisch bestimmet wird, läßt er sich nach den gemeinen Gesetzen der Feldmesserey abmessen. Ich glaubte ein allzugeringes Vertrauen in Ihre geometrischen Kenntnisse zu setzen, wenn ich Ihnen die Meßart allhier vortragen wollte. Ich will Ihnen lieber in einer Tafel vor die Augen legen, was man nach so vielen Bemühungen endlich gefunden habe. Die erste Columne enthält das Land, in welchem ein Grad des Mittagskreises abgemessen ist worden; die zweyte die Breite des Ortes, die dritte den Grad selbst in Klaftern, die vierte die Zunahme eines jeden Grades über den ersten, die fünfte die halben Pfeile zu dem Radius 10000000; die sechste die Zunahme, die man aus der Berechnung findet; die siebente endlich die Differenz der beyden Zunahmen. Die Tafel selbst ist von dem bekannten Professor **Mako** mit vieler Genauigkeit aufgesetzet worden. Sie werden sie nebst den gründlichsten Abhandlungen von dieser Materie in seiner Abhandlung von der Figur der Erde lesen.

Namen der Oerter.	Weltbreite.	Die abgemessenen Grade.	Zunahme über den ersten.	Die halben Pfeile.	Die berechnete Zunahme.	Die Differenz der beyden.
In Peru.	0°. 00	56753	0	0		
In Afrika.	33, 18	57037	284	3014260	332	—52
In Pensylvanien.	39, 12	56903	150	3994610	308	158
In Italien.	42, 59	56979	226	4648316	358	132
In Frankreich.	43, 31	57048	295	4741225	365	70
In Italien.	44, 44	57069	316	4953458	382	66
In Frankreich.	44, 53	57042	289	4979636	383	94
In Frankreich.	45, 43	57040	287	5125069	395	108
In Frankreich.	45, 45	57050	297	5130884	396	99
In Hungarn.	45, 57	56881	128	5165776	398	270
In Frankreich.	46, 35	57049	296	5276203	407	111
In Frankreich.	46, 51	57055	302	5322661	410	108
In Steuermark.	47, 15	57064	311	5392295	416	105
In Frankreich.	47, 41	57057	304	5467645	421	117
In Oesterreich.	47, 47	57047	321	5485019	423	102
In Frankreich.	47, 58	57071	318	5516856	425	107
In Mähren.	48, 43	57086	333	5646862	435	102
In Frankreich.	49, 3	57069	316	5700186	439	123
In Frankreich.	49, 23	57074	321	5762054	444	123
In Frankreich.	49, 56	57084	331	5856780	452	121
In England.	53, 0	56300	547	6378187	492	—55
In Lappland.	66, 20	57400	647	8388660	647	0

Wenn Sie die aufgezeichnete Grade nach der Ordnung betrachten, sehen Sie alsogleich, daß sie mit der Theorie gar nicht übereinstimmen, und nicht nur allein regelmäßig nach dem Pole zunehmen, sondern auch einige aus ihnen kleiner werden, als die vorhergehenden; und da man eine solche Unregelmäßigkeit unmöglich dem Fehler, oder Unachtsamkeit der Beobachter zuschreiben kann, folget nothwendig, daß unser Erdball nicht gleichförmig, und von keiner durchaus regelmäßigen Figur sey. Herr Professor **Mako** hat aus der Tafel mehrere Grade paarweise ausgewählet, bey einem jeden Paare den Unterschied zwischen einem Grade unter dem Ebener, und dem Grade unter dem Pole gesucht, und aus diesem Unterschiede die Ellipticität, das ist das Verhältniß der Achse gefunden. Aus allem ziehet er die gewisse Folge, daß die Figur der Mittagskreise, derer Grade bishero bestimmet worden sind, nicht nur keine solche krumme Linie, welche in der Hypothese der Gleichförmigkeit seyn müßte, sondern nicht einmal eine Ellipse, ja keine regelmäßige Figur sey, ob es gleich sicher zu seyn scheinet, daß sie bey den Polen zusammengedrückt ist. Wenn wir die Versuche mit den Pendeln, welche mit der Theorie sicher mehr, als die Abmessungen der Grade übereinstimmen, zum Grunde legen, bekommen wir eine mittlere Ellipticität $\frac{1}{3\frac{1}{43}}$, welche wir so lange annehmen können, bis etwas sicheres in dieser Sache bestimmet wird.

Fragen Sie nun, woher es komme, daß zwischen den Versuchen mit den Pendeln, und den Abmessungen

der

der Grade ein so grosser Unterschied sey, so werde ich mit **Boscowich** antworten, daß bey den gemachten Beobachtungen der Ruhesterne, welche zur Bestimmung der Grade nothwendig sind, von der Abweichung des Pendels Fehler vorbeygegangen sind, welche den Beobachtern nicht zur Last können geleget werden, und dennoch die Beobachtungen selbst unrichtig machen. Wenn Sie Sich dessen erinneren, was Sie sonst gehöret haben, daß die Berge durch ihre anziehende Kraft ein Pendel von seiner senkrechten Richtung abzuweichen nöthigen, und daß **Condamine** es wirklich beobachtet hat, daß sein Pendel nahe an dem Chimboraco 7″ abgewichen ist, und wenn Sie überdieß betrachten, daß viele Grade mitten zwischen Bergen, oder doch nahe an Bergen abgemessen sind worden, so werden Sie die Ursache der Unregelmäßigkeit leicht einsehen. Bilden Sie Sich ein, die Richtung des Pendels sey wegen der Anziehung einiger Berge während der Beobachtung T M gewesen; der Beobachter, der diese Abweichung nicht bemerken kann, wird sich einbilden, T M sey eine senkrechte Linie auf die Oberfläche M O, da doch eine solche Linie P M ist; er wird in dieser Meynung T M S größer finden, als es wirklich ist, und den ganzen Winkel M D O für das wahre Maaß eines Grades halten, da es doch der Winkel M C O ist, und da der Bogen M O in sich selbst nicht mehr, als einen Grad beträgt, wird er ihn doch für größer halten, und folglich einem Grade auf der Oberfläche der Erde weniger geben, als ihm zustehet.

Daß diese die wahrscheinlichste Ursache der Unregelmäßigkeit der bestimmten Grade sey, ergiebt sich schon aus dem, daß diejenigen Grade zum meisten von der Theorie abweichen, welche nahe an Gebirgen sind abgemessen worden, gleichwie es in dem italienischen Grade nahe an dem appeninischen, im steuermarker mitten im Gebürge, im ersten französischen nahe an dem pyrenäischen erhellet. Daß aber der ungarische, und pensylvanische, welche beyde auf unermessenen Flächen sind abgemessen worden, dennoch so unregelmäßig sind, kann keiner anderen Ursache beygemessen werden, als daß es auch unter der Oberfläche sehr unregelmäßige Höhlungen, und Ungleichheiten geben müße, welche die nämliche Wirkung, als die Berge hervorbringen. Kurz; je mehrere Grade abgemessen sind worden, je weniger sind wir an der wahren Figur der Erde; so gar von dem Ebener selbst, und den Reimlingen ist man nicht versichert, ob sie Kreise seyn, wenigstens ist es nicht unwahrscheinlich, daß der Ebener eine Ellipse, und folglich die Mittagskreise einander nicht ähnlich seyn.

Alle diese Unregelmäßigkeiten haben den Herrn d'Alembert auf den Gedanken gebracht, daß er geometrisch nachsuchte, welche Veränderungen die Ungleichheit der Mittagskreise in die Bestimmung der Vorausgehung der Nachtgleichen, und der Wankung der Erdachse bringen würde. Er nimmt nichts anders an, als was die Beobachtungen geben: nämlich eine Figur, die sich um ihre Achse gleichförmig drehen könne, und

die

die von einer Sphäre nicht viel abgehe; eine, doch sehr geringe Wankung der Achse, und endlich eine Eintheilung der inneren Theile des Körpers, die der gleichförmigen Drehung des Körpers um seine Achse nicht widerstehe. Er zieht mittels der Rechnung einige Regeln, nach welchen sich die Wankung der Erdachse, und die Vorausgehung der Nachtgleichen in solcher Hypothese verhalten müßten, und schließt endlich, daß, weil in dieser Rechnung nichts willkührliches, oder falsches eingeschlichen ist, man die Hypothese, die man sich von der Figur der Erde gemacht hat, gänzlich verlassen solle, wenn etwa die gefundenen Regeln mit den Beobachtungen nicht übereinstimmeten.

Keinem muß es fremd vorkommen, daß man, besonders zu diesen letzten Zeiten sich ungemein beflißen hat, die wahre Figur der Erde zu bestimmen, und daß so gar Souveraine, und Akademien sich der Sache mit einem solchen Eifer angenommen haben, als wenn die Glückseligkeit des Staates daran hienge. Es ist sicher, daß man den ganzen Nutzen eingesehen, und die Sache aller Achtung würdig erkennet hat. Erlauben Sie mir, daß ich mich allhier der Worte des **Maupertuis** bediene,

„ Die Figur einer zusammengedrückten Sphäroide, so
„ wie sie **Newton** bestimmet hat, und einer länglich-
„ ten nach den Abmessungen des **Cassini**, geben sehr
„ verschiedene Entfernungen für Oerter, die auf der
„ Oberfläche der einen, oder der andern Kugel in der
„ nämlichen Weltbreite, und Länge gelegen wären,

„ und

„ und es kömmt dem Schiffahrenden alles darauf an,
„ daß er nicht glaube auf einer von diesen Sphäroiden
„ zu schiffen, da die Oerter doch wirklich auf der ande-
„ ren sind. Denn, obschon der Fehler bey Oertern,
„ die unter dem nämlichen Mittagskreise liegen, leicht
„ könnte verbesseret werden, so würde es doch fast un-
„ möglich seyn einige, und zwar grosse Fehler bey
„ Oertern, die unter dem nämlichen Reimlinge liegen,
„ zu vermeiden. In einem Wege von 100. Graden
„ der Länge würde man sich um 2. Grade irren, wenn
„ man glaubte auf der Cassinischen Erde zu schiffen,
„ aber in der That auf der Newtonischen sich be-
„ fände; und wie viel Schiffe sind nicht wegen eines
„ viel geringeren Fehlers zu Grunde gegangen? "
Wenn die Kenntniß der Figur der Erde von einem unmittelbaren Nutzen für die Geographie, und Schiffahrt ist, so ist sie noch über dieß für eben diese Wissenschaften von einer grossen Beyhülfe in dem, daß sie zur Vollkommenheit der Astronomie vieles beyträgt. Es ist ein grosser Zusammenhang zwischen der Figur der Erde, und der Nebensicht des Mondes, welche eine der wichtigsten Sache ist, u. d. m. Die ganze Geographie, und Schiffahrt sind auf die Vergleiche der Entfernungen der Oerter, mit ihrem Unterschiede in der Breite, und Länge gegründet. Dieser Vergleich hänget von der Größe eines Grades ab, und diese von der Figur der Erde. Beyde Wissenschaften, die man nur in der Hypothese der vollkommenen Sphäricität der Erde lange cultiviret hat, werden zu völlig neuen Wissenschaften, so bald die Erde eine andere Figur hat.

Zehn-

Zehntes Hauptstück.

Von der Schiffahrt, und den ersten Grundsätzen der Erdbeschreibung.

Ein Schiff läuft entweder beständig in einem Mittagskreise fort gegen Norden, oder Süden, oder in einem Reimlinge gegen Osten, oder Westen, oder endlich in einer Richtung, die auf die beyden vorigen schief ist. Läuft es in dem Mittagskreise fort, z. B. von A bis B (Fig. 64.) so findet man den weggelaufenen Raum A B aus dem Unterschiede der Breiten der zwey Oerter A und B; gehet es in dem Reimlinge von B bis D, so mißt man den Raum B D durch die Grade, welche der Bogen B D des Reimlinges in der Weltbreite von B in sich enthält, und man nennet diesen Bogen den **Abstand**, oder **Abweg**; er läßt sich nur mittels des Winkels B P D finden, der die Differenz zwischen den Weltlängen der Oerter B, und D ist, läuft das Schiff endlich in einer schiefen Richtung von A bis D, so muß zur Bestimmung des Weges A D mehreres in Betracht gezogen werden, nämlich der Winkel B A D, den der Weg des Schiffes mit dem Mittagskreise machet, der Unterschied der Weltbreiten A B, der Unterschied der Weltlängen B P D, oder G P Q, der Abstand von dem verlassenen Mittagskreise B D, und endlich der durchgesegelte Raum A D. Und diese sind die nothwendigen Theile, aus welchen die Kunst der Schiffahrt

Fig. 64.

bestehet, und derer zwey allzeit nothwendig sind, um die berühmte Aufgabe zu beantworten: **Den Ort des Schiffes auf dem Meere zu einer jeden gegebenen Zeit zu bestimmen.**

Die Kunst kömmt auf die Auflösung eines einzigen Dreyeckes A D B an; aber es ist von einer besonderen Gattung dieses Dreyeck. Es ist nicht flach, weil der Lauf des Schiffes auf einer gekrümmten Oberfläche geschieht; es ist aber auch nicht sphärisch, und zwar aus doppelter Ursache: denn **erstens** liegt es an der Oberfläche einer Sphäroide, und **zweytens**, wenn es auch auf einer Sphäre läge, so wäre doch der Bogen A D kein Bogen eines Kreises, sondern einer ganz besondern krummen Linie. Der kürzeste Weg auf der Oberfläche einer Sphäre ist unstreitig ein Bogen eines grossen Kreises, der durch beyde Puncte A, und D durchgehet, und man würde ihn gewiß niemals verlassen haben, wenn man einen getreuen, und sicheren Wegweiser gehabt hätte. Wie wird man aber auf dem hohen Meere, wo keine Gegenstände sind, mit welchen ein Vergleich gemacht werden könnte, nur einen Augenblick versichert seyn, daß man auf dem angefangenen Wege geblieben sey? Sie wissen, daß man sich vor Zeiten niemals weit von den Küsten in das hohe Meer hinausgewaget hat; und daß wir nur allein nach der Entdeckung der besonderen Eigenschaft der Magnetnadel sich immer nach den Pol zu wenden, kühn geworden seyn, nach welcher der beym Compasse sitzende Steuermann

genau

genau wissen kann, nach welcher Gegend der Welt der Lauf seines Schiffes gerichtet sey. Aber dieß ist noch nicht genug. Eine der vornehmsten Eigenschaften der Magnetnadel ist, daß sie mit der Mittagslinie einen gewissen, und bestimmten Winkel macht, welcher bey einer nicht allzugrossen Veränderung der Weltbreite der nämliche bleibt. Es ist aber bekannt, daß ein grosser die Mittagslinien schiefschneidender Kreis mit jeder ins besondere einen anderen Winkel macht, folglich stimmen die von der Magnetnadel, und die von dem grossen Kreise mit den Mittagskreisen gemachten Winkel niemals überein; und dieses ist schon genug Sie zu überweisen, daß der Weg des Schiffes kein Bogen eines grossen Kreises seyn kann, es sey dann, daß nach jedem nicht allzugrossen Wege der Winkel B A D berechnet würde, welches der Schiffahrt nothwendig überaus beschwerlich fiel.

Dieses zu vermeiden wird der Lauf des Schiffes also eingerichtet; daß der Bogen A D mit allen Mittagskreisen allzeit den nämlichen Winkel mache; welches durch den Compaß erhalten wird; Denn Sie begreifen schon, daß wenn der Winkel, den die Magnetnadel mit dem Mittagskreise machet, bey dem Ablaufe des Schiffes aus den Hafen bestimmet, und nachgehends auf der übrigen Reise das Schiff also gelenket wird, daß beständig der nämliche Winkel beybehalten wird, der Weg nothwendig auch alle Mittagskreise unter dem nämlichen Winkel durchschneiden müße. Man nennet einen solchen

Weg

Weg den **Rhombus** des Schiffes. Er ist nothwendig eine schneckenförmige Linie aus der Gattung derjenigen, die man **logarithmische Spiralen** nennet. (a) Sie werden Sich leicht einfallen lassen, daß man aus der bekannten Natur der krummen Linie alle die Eigenschaften wird untersuchet haben, welche zur Auflösung der oben angeführten Aufgabe nothwendig sind erachtet worden, und die sich folglich auf die Auflösung des Dreyeckes A D B beziehen.

In kleinen Reisen kann man das Dreyeck A D B ohne Gefahr eines grossen Fehlers für eine flache Figur ansehen, in welcher alle Fälle, die bey der Schiffahrt vorkommen, ohne Beschwerniß aufgelöset werden. Aber bey grossen Reisen muß es nothwendig als eine aus lauter krummen Linien bestehende Figur behandelt werden,

und

(a) 49) Es sey E Q der vierte Theil eines Kreises, P der Mittelpunct, P E, P A, P B, P C eben so viele Stralen, die in gleichen Entfernungen sehr nahe nebeneinander gezogen sind. Man beschreibe die schneckenförmige Linie E W X so, daß sie mit den Stralen gleiche Winkel A D E = B F D = C G F mache. Es sind also die △ △ D P E, F P D, G P F u. s. w. ähnlich, und folglich E P : D P = D P : F P = F P : G P u. s. w. mithin sind E P, D P, F P u. s. w. in geometrischem Verhältnisse, da indessen E A, E B, E C in arithmetischem Verhältnisse sind, und folglich sind die letzteren Logarithmen von den ersteren, das ist, A E ist der Logarithmus von dem Verhältnisse D P zu E P, B E der Logarithmus von dem Verhältnisse F P zu E P u. s. w. Also ist E W X eine Logarithmische Spirale.

Fig. 65.

und weil AB ein Bogen eines grossen, DB ein Bogen eines kleineren Kreises, und AD endlich ein Bogen einer schneckenförmigen Linie ist, ist leicht zu erachten, daß die Sache ungemein beschwerlich fallen muß. Um sie zu erleichteren, hat man eine Art erfunden, die Oberfläche der Erde auf einer flachen Charte also vorzustellen, daß alle nothwendigen Berechnungen sich nur allein auf die Trigonometrie der Flächen beziehen, und dennoch auf das genaueste ausfallen. Der Erfinder war Herr Wright; doch führet die Charte den Namen des Mercators, der sie am ersten herausgegeben hat, und sie ist nun so gemein, daß es übel lassen würde, wenn Sie nicht ein, wenigstens geringes Kenntniß davon haben sollten.

Man sieht schon im voraus, daß dieses Dreyeck ADB in ein aus lauter geraden Linien bestehendes Dreyeck also müße veränderet werden, daß alle seine Theile das nämliche Verhältniß der Größe, und Lage auf der Charte haben, welches sie in der That selbst an der Oberfläche der Erdkugel haben. Es sey (Fig. 66.) Fig. 66. C der Mittelpunct der Erdkugel, P ein Pol, PEA, PTB zwey Mittagskreise, BA ein Bogen des Ebeners, ED, und ST Bögen von zwey Reimlingen, derer Halbmesser DO, und TV; NB, und MA zwey auf die Fläche des Ebeners senkrechte Linien, welche die Mittagskreise in B, und A berühren, und durch welche eine eingebildete Fläche durchgehen muß. Bilden Sie Sich nun ein, daß ihr Aug in dem Mittelpuncte C sey,

und von da durch die äußersten Puncte E, D und S, T, der Bögen ED, und ST Gesichtsstralen gezogen werden, bis sie an der Fläche MABN sich endigen, und Sie werden alsogleich aus den Grundsätzen der Perspectiv sehen, daß der Abriß der zwey Mittagskreise PEA, und PTB auf der Tafel die geraden, und reimenden Linien MA, und NB, der Abriß aber der Bögen BA, ED, ST auf eben der Tafel wieder gerade, und reimende Linien BA, FG, und NM seyn, und was vorzüglich bemerket werden muß, so ist BA = FG = NM, obgleich die Bögen unter sich selbst von ungleicher Größe sind; da im Widerspiele die Entfernungen AG, GM u. s. w. der Reimlinge, die auf der Kugel gleich weit von einander sind, auf dem Abrisse ungleich, und immer größer werden, je mehr der Reimling sich von dem Ebener gegen den Pol entfernet. Aus welchem denn klar ist, daß in einem solchen perspectivischen Entwurfe der Kugel die Grade der Längen alle gleich sind, die der Breiten aber alle ungleich.

Diese Betrachtungen sind einleuchtend, aber sie geben die Auflösung der Aufgabe noch nicht. Nun also stellen Sie Sich vor, der gemachte Weg eines Schiffes sey AD, so wird AE der Unterschied der Breiten der Oerter A und E seyn, AB der Unterschied der Längen, der Winkel EAD der Lauf des Schiffes, AD der durchgesegelte Raum, DE der Abstand des Schiffes vom vorigen Mittagskreise, oder der Bogen des Reimlinges. Man suchet den Punct D, und er muß aus

der

der Auflösung des Dreyeckes EAD gefunden werden, und da dieses sehr beschwerlich fällt, suchet man ein aus geraden Linien bestehendes Dreyeck, daß dem vorigen gleich gilt. Nun aus der Betrachtung der Figur ist es augenscheinlich, daß der perspectivische Entwurf FG des Bogens DE größer sey, als der Bogen DE selbst, er ist so gar mit BA, das ist mit dem Unterschiede der Längen gleich, folglich kann der Winkel EAD unmöglich der nämliche auf dem Entwurfe seyn, der er an der Kugel ist, wenn nicht die Seite EA in dem nämlichen Verhältnisse wächst, wie Sie es aus der Geometrie gar wohl wissen. Nun aber wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke FCG, DCE ist DE: FG = CE: CG = Radius: Secans der Breite ECA = CX: CA = Cosinus der Breite ECA: Radius. So muß denn die Seite EA in dem perspectivischen Entwurfe in dem Verhältnisse der Secante zum Radius, oder des Radius zum Cosinus wachsen. Sie sehen aber, daß die Seite GA dem Verlangen völlig genug thut, und folglich ist FAG das verlangte Dreyeck, und F der Punct auf der Charte, der mit dem Puncte D auf der Kugel genau übereinstimmet.

Diese sind die Grundsätze der Charte **Mercators**, auf welcher alles, was die Schiffahrt angehet, nach der äußersten Genauigkeit würde können bestimmet werden, wenn sie nicht in einer falschen Hypothese verfertiget wäre. Sie setzen voraus, daß die Erdkugel eine Sphäre sey, und zum Unglücke ist sie keine; ja der Unterschied ist so

groß, daß die hieraus entstehenden Fehler auf der Seecharte sehr beträchtlich werden. Doch läßt sich der Sache helfen, und aus den nämlichen Grundsätzen eine Charte verfertigen, die eine wahre, und richtige Vorstellung der sphäroidischen Oberfläche der Erde ist. Es seyen
Fig. 67. f P (Fig. 67.) und h l' zwey elliptische Mittagskreise der Spharoide, f d, h b berührenden Linien, u. s. w. so wird der Bogen D B des Reimlinges, wie vorhero in d b entworfen werden, und D B : d b = D C : d C = i C : f C. Es sey D a mit f C reimend, so wird D a = C i seyn, folglich D B : d b = D a : C f, das ist, die Grade des Bogens D B an einem Reimlinge sind zu ihrem Entwurfe d b an der Charte, wie der Halbmesser D a des Reimlinges zu dem Halbmesser f C des Ebeners, und hieraus läßt sich schon ausnehmen, daß, weil der Halbmesser eines Reimlinges an einer Spharoide kleiner ist, als an einer Sphäre, die sie umgiebt, in nämlicher Breite, die Länge der entworfenen Mittagskreise, und folglich die ganze Charte kleiner seyn wird, als des Mercators seine. Ist der Schiffer mit einer solchen Charte versehen, so kann er alle Aufgaben ohne viele Rechnung, ja nur mit einem Compasse, und der Scala auflösen; Doch müßen ihm wenigstens
Fig. 66. zwey aus den vier Haupttheilen des Dreyeckes F A G gegeben werden, um die zwey andern zu finden.

Den Winkel F A G bestimmet zu jeder Zeit die Magnetnadel, wie wir schon gesehen, die Weltbreite aber, und die Länge muß der Schiffer durch Beobach-

tun-

tungen suchen. Sie wissen, daß alles in der Erdbeschreibung, und Schiffahrt auf diesen Punct ankömmt, und folglich wird es nicht unnütz seyn, wenn wir uns ein bischen dabey aufhalten.

Wenn wir auf der Erdkugel den Ort noch so wenig veränderen, so bewegt sich mit uns unser Zenith, und Nadir, und der Sehekreis veränderet seine Stellung. Gehen wir gegen Norden, so neigt sich der südliche Theil des Himmels gegen den Sehekreis, und der nordliche erhöhet sich; unser Zenith nähert sich dem Pole, und entfernet sich von der Sonne, von den Lauf-sternen, und von den Sternen, die nahe an dem Ebener sind; wir müßen also von der Veränderung der Weltbreite aus der Stellung der Sonne, oder der Sterne im Vergleiche mit unserem Zenith, oder mit der Fläche des Sehekreises ein Urtheil fällen können. Es sey ZPOT (Fig. 68.) ein Mittagskreis im Himmel, Z ein auf der Erde befindlicher Punct, Z sein Zenith, HO sein Sehekreis, ÆQ der Ebener, P und T die zwey Pole. Es wird also ÆZ die Breite des Ortes Z seyn, und ZP, das ist, der Abstand des Scheitelpunctes Z von dem Pole, das Complement der Breite, PCO ist die Erhöhung des Poles, und ÆCH die Erhöhung des Ebeners über den Sehekreis. Nun ist PCÆ ein gerader Winkel, und ZCO ebenfalls ein solcher; ziehet man also von beyden den nämlichen Winkel ZCP ab, so bleibt ZCÆ = PCO, das ist, die Breite des Ortes ist allzeit mit der Erhöhung des Poles über den Sehekreis gleich. Aus eben der Ursache Fig. 68.

ist auch ZCP = ÆCH, das ist, der Abstand des Scheitelpunctes vom Pole ist mit der Erhöhung des Ebeners über den Sehekreis gleich. Ich mag nun das eine, oder das andere finden, so ist es klar, daß ich die Breite des Ortes bestimmen werde.

Auf dem Meere, wo das Schiff seinen Ort alle Augenblicke veränderet, muß die Breite durch eine einzige Beobachtung bestimmet werden, und eben darum ist schwerlich eine allzugrosse Richtigkeit zu verhoffen, aber auf dem festen Lande läßt sie sich auf das genaueste bestimmen. Bilden Sie Sich ein, daß Schiff sey in Z, und folglich sein Zenith in Z. Wenn Sie die Höhe der Sonne beobachten zu jener Zeit, zu welcher sie über den Mittagskreis in S durchgehet, so bekommen Sie den Bogen SH = SÆ + ÆH = der Abweichung der Sonne + der Erhöhung des Ebeners über den Sehekreis. Ziehen Sie also die Abweichung der Sonne, die für jeden Tag bekannt ist, von der beobachteten Höhe der Sonne über den Sehekreis ab, so bekommen Sie den Bogen ÆH = ZP = dem Complimente der Breite, welches von 90° abgezogen den Bogen ÆZ, das ist, die Breite selbst giebt. Eben dasselbe erhält der Schiffer aus der Beobachtung der Höhe eines Ruhesternes, dessen Abweichung aus den Tafeln schon bekannt ist. Ich darf Sie nicht erinneren, daß die Beobachtung allzeit von den oft gemeldeten Fehlern, die aus der Lichtbrechung, aus der Ablenkung der Sterne, aus der Wankung der Erdachse u. s. w. entstehen, verbesseret werden muß.

Auf

Auf dem Lande bestimmet man die Polhöhe gemeiniglich durch die größte, und kleinste Höhe eines Ruhesternes, der niemals niedergehet, und folglich nahe an dem Pole gelegen ist. Es sey M ein solcher Stern. Man beobachtet erstens seine Höhe, M O, und wieder, wenn er bey seiner größten Höhe zum zweytenmal über den Mittagskreise gehet, die Höhe m O; man nehme die Differenz m O — M O = M m, und man ist versichert, daß in deren mittleren Puncte der Pol P ruhet. Man theile also M m in zwey gleiche Theile M P, und P m, und setze einen solchen Theil M P zu der kleineren Höhe M O hinzu, so wird die Summe P O die Höhe des Poles über den Sehekreis, und folglich die Breite des Ortes Z geben. Obschon diese Bestimmungsart die gewöhnlichste ist, so will doch der Kayserl. Astronom Herr Hell nicht gut dafür stehen, daß sie auch die sicherste sey. Denn, weil die Beobachtung von dem Fehler, der aus der Lichtbrechung entstehet, muß verbesseret werden, die Verbesserung aber von der Breite des Ortes selbst abhänget, so scheinet bey dieser Bestimmungsart ein, wie ihn die Logicker nennen, fehlerhafter Kreis mit einzuschleichen. Ich will mich in die Erörterung der Sache nicht einlassen. Nur das kann ich nicht übergehen, daß die vom Hell erfundene, und mit glücklichstem Erfolge in Wardhous gebrauchte Art die Polhöhe zu bestimmen aus allen bekannten die leichteste, und zugleich die sicherste sey. Sie hat vor andern so gar das voraus, daß man sich eines fehlerhaften Werkzeuges zur Beobachtung bedienen kann, ohne, daß es nothwendig sey, den Fehler zu wissen. Man kann sie

in der Abhandlung von dem Durchgange der Venus durch die Sonnenscheibe lesen.

Beym Abgange geschickter Werkzeuge läßt sich die Breite eines Ortes durch den Schatten allein von einem auf der Mittagslinie senkrecht aufgerichteten Stiele bestimmen. Denn, wenn man die Länge des Schattens eben zu jener Zeit mißt, da er genau auf die Linie fällt, so wird man aus der Länge des Schattens, und des Stieles die Mittagshöhe der Sonne trigonometrisch ausrechnen, welche, wenn sie von der, demselben Tage zustehenden Abweichung der Sonne abgezogen wird, das Complement der Breite giebt, wie wir schon gesehen haben. Wollte man die Breite aus dem Wege des Schattens bestimmen, so würde die Sache etwas beschwerlicher, aber doch richtig ausfallen.

Nicht so leicht läßt sich die Länge, besonders auf dem Meere finden. Sie haben noch nicht vergessen, daß die Länge eines Ortes sein Abstand von dem ersten Mittagskreise, und folglich der Unterschied der Länge von zwey Oertern ein Bogen des Ebeners sey, welcher zwischen den zwey Mittagskreisen der Oerter liegt. Sie erinneren Sich ferner, daß man das Maaß eines solchen Bogens niemals in Theilen eines Kreises, sondern in Theilen des Zeitraumes bekommen kann. Daher kömmt es bey der Bestimmung der Länge auf die Auflösung folgender Aufgabe an: Man finde die Stund, Minuten u. s. w. welche an einem Orte, dessen Länge bekannt ist, als z. B. in Paris, zu eben

jener

jener Zeit gezählet wird, zu welcher man auf dem Schiffe eine bestimmte Stund zählet. Zu diesem Ende muß **erstens** ein Zeitpunct erwählet werden, von dem man versicheret ist, daß er an beyden Oertern auf einen Augenblick der nämliche sey. **Zweytens** muß die Stund, Minute, u. s. w. welche mit dem erwählten Zeitpuncte an dem einen sowohl, als an dem anderen Orte übereinstimmet, richtig bekannt seyn. Was das erste anbelanget, so weiß man, daß man in zwey weit voneinander entferneten Oertern von dem nämlichen Zeitpuncte unmöglich anders versichert seyn kann, als nur durch eine Erscheinung im Himmel, welche von beyden Oertern zu gleicher Zeit könne gesehen werden, und dergleichen Erscheinungen sind die Mond- und Sonnenfinsternissen, die Verdeckungen der Sterne, und Laufsterne von dem Monde, und die Finsternissen der Trabanten Jupiters. Ich würde allzuweitläuftig werden, wenn ich alles, was eine jede von diesen Erscheinungen vortheilhaftes, oder nachtheiliges hat, und noch mehr, wenn ich die oft sehr beschwerliche Bestimmungsart selbst anführen wollte. Der allgemeine Gebrauch der Astronomen sowohl, als der Seefahrenden hat sich für die Finsternissen der Trabanten Jupiters erkläret, nicht nur allein, weil wenige Nächte ohne eine solche Finsterniß vorbeygehen, sondern auch, weil die Verdunklung in so kurzer Zeit geschieht, daß man von der Richtigkeit der Beobachtung bis auf einige Secunden versichert seyn kann. Doch auf der See ist die Beobachtung ungemein beschwerlich. Denn weil man sich nothwendig eines Fernrohres bedienen muß,

welches 30 bis 40 mal den Durchmesser der Gegenstände vergrößeret, so scheinet die Bewegung der Gestirne, welche aus dem Stosse des Schiffes herkömmt, eben auch 30 bis 40 mal geschwinder zu seyn, als sie dem freyen Auge vorkommen würde, und daher ist es unmöglich, daß man den Jupiter selbst, und um so viel weniger seine Trabanten mit genugsamer Sicherheit beobachten könne. Man hat der Sache geholfen, erstens durch den vom **Irwin** erfundenen Meersessel, in welchem der Beobachter fast so wenig Bewegung verspüret, als wenn er am Lande wäre, zweytens durch den Quadrant des **Hadley**, und endlich durch die vom **Dollond** verbesserten Fernröhre. Mit einem Worte, man hat den Beobachter zur See in solchen Stand gesetzet, daß er von der Seite der Beobachtung selbst ohne besondere Sorge seyn kann. Mit allem dem wird er in der Ungewißheit verbleiben, so lange er von dem Stande seiner Pendeluhr nicht versichert ist. Und eben dieß ist, was bey beständiger Bewegung des Schiffes, und tausend andern Umständen, die einen Einfluß in das Uhrwerk haben, immer einen vernünftigen Zweifel zurückläßt. Der wiederholte glückliche Erfolg der Seeuhr des Herrn **Harrison** läßt uns hoffen, daß man einen sowohl leichten, als sicheren Weg die Weltlängen zu bestimmen haben wird, wenn sein Uhrwerk allgemeiner werden soll.

Nachdem die Breite, und die Länge der Oerter bestimmet ist, so würde es dem Geographen nimmer beschwer-

schwerlich seyn, ihre wahre Entfernung in Meilen, Klaftern u. d. m. zu bestimmen, wenn die Erdkugel eine Sphäre wäre. Weil sie aber sphäroidisch ist, so ist die Mittagslinie eine Ellipse, und folglich hängt die Größe eines zwischen zwey Oertern eingeschlossenen Bogens des Mittagskreises von der Gattung der Ellipse, und der Weltbreite selbst ab. Die nämliche Beschwerniß hat es mit den Graden der Reimlinge, welche Sie, wenn Ihnen anders diejenigen Grundsätze, die wir bey der Figur der Laufsterne angeführet, klar sind, sehr wohl begreifen. Und dieß ist genug! Was aber die veränderte Gestalt der Land- und Seecharten anbelanget, werden Sie bey den neueren Schriftstellern weitläuftig abgehandelt finden.

Eilftes Hauptstück.

Von den Irrsternen.

Was ist ein Irrstern

Ob man gleich gewohnt ist, einen Irrstern mit einem Striche des Lichtes, der ihn entweder umgiebt, oder nach ihm folget, zu sehen, und aus dieser Ursache auch einen **Schwanzstern** zu nennen, so müßen Sie Sich dennoch nicht einbilden, daß der Schwanz ein Unterschiedszeichen der Irrsterne überhaupt sey. Nach dem Berichte des Herrn **Cassini** waren die Scheiben des zweyten Irrsternes des 1665, und des vom Jahre 1682. so rein, so klar, und so rund, als immer die

Scheibe

Scheibe des Jupiters ist, ohne Schweif, ohne Bart, ohne Perucke. Aber dergleichen Irrsterne gehen ganz stille, und oft unvermerkt neben der Sonne vorbey, sie sind von der Gattung der friedsamen Irrsternen, und sind die Lieblinge der Astronomen, welche sie von den alten sowohl, als von den zuweilen neu im Himmel erscheinenden Ruhesternen aus der ihnen selbst eigenen Bewegung, von den Laufsternen aber dadurch zu unterscheiden wissen, daß unsere Laufsterne in einer beynahe kreisförmigen Bahn daher gehen, die Irrsterne aber in sehr verlängerten Ellipsen sich zu bewegen pflegen. Hätte es zu allen Zeiten Astronomen gegeben, so würde das Verzeichniß der Irrsterne nicht bloß aus solchen bestehen, die wegen ihrer ausserordentlichen Gestalt das Aufsehen so gar des Pöbels an sich gezogen haben. Doch dieses wäre unseren Vorältern noch zu verzeihen, wenn sie wenigstens nur die gesehenen richtig aufgezeichnet, und nach den Kunstregeln bestimmet hätten. Aber bey einer sorgfältigen Durchsuchung der Geschichte der Irrsterne, sagt Halley, finde ich nichts, was von einiger Hülfe in dieser Sache seyn könnte vor dem Jahre 1337, in welchem **Nicephorus Gregoras** den Weg eines Irrsternes zwar ziemlich genau beschrieben hat, aber in der Zeitbestimmung so unrichtig ist, daß dieser zweifelhafte Irrstern zu nichts andern dienet, als daß man von ihm das Verzeichniß der Irrsterne anfängt, welche von 400. Jahren her sind beschrieben worden. Das erste Verzeichniß der Irrsterne sind wir dem Dr. **Halley** schuldig; es gehet bis auf das Jahr

Ihre Zahl.

1698.

1698. Herr Abt la Caille hat es bis auf das Jahr 1748. verfolget, und man hat nachher die letzteren fleißig beygesetzt. In allem beläuft sich die Zahl derjenigen, bey welchen man Umstände genug zur Beschreibung ihrer Laufbahn gefunden hat, nur auf 51, wenn man diejenigen, die in den Jahren 1531, 1607, 1682, und 1759. erschienen sind, nur für einen rechnet. Doch was ist diese geringe Zahl im Vergleiche mit denen, die entweder nicht genau beschrieben, oder die nicht einmal sind bemerket worden? Als man vom Jahre 1757. den vom Halley vorgesagten Irrstern des 1682. Jahres beständig erwartet, und gesuchet hat, hat man im Verlaufe von 7. Jahren 7. Irrsterne gesehen, und von selber Zeit her ist fast kein Jahr, in welchem nicht Herr Messire andere entdecket hätte. Im Jahre 1748. sah man in einer Nacht drey verschiedene Irrsterne, und wenn wir dem Riccioli glauben, so war diese Erscheinung nicht die erste in ihrer Gattung. Possidonius meldet, daß beyläufig um das Jahr 60. vor Christi Geburt bey Gelegenheit einer Sonnenfinsterniß ein Irrstern sehr nahe bey der Sonne sey gesehen worden. Glauben Sie wohl, daß es sonst niemals geschehen sey, daß Irrsterne nur beym Tage ober unseren Sehekreis sich aufgehalten haben? Alles dieses macht uns sehr glaublich, daß die Zahl der Irrsterne überaus groß sey.

Ihre Natur.

Was die alten Astronomen in der genauen Beobachtung der Irrsterne nachläßig gemacht hat, scheinet die damals allgemeine Meynung von ihrer Natur gewesen zu seyn. Man hat einen Irrstern entweder als

eine

eine Lufterscheinung betrachtet, oder man hat ihn für einen Auswurf der Sonne von der Art der Sonnenflecken, oder endlich für einen aus den Dämpfen, und Ausdünstungen der Laufsterne zufälligerweise zusammengesetzten Körper angesehen. Ich will mich bey der Widerlegung dergleichen schon veralterten Meynungen nicht aufhalten, sondern nur kürzlich anmerken, **erstens** zwar, daß obgleich die Irrsterne eine jährliche Nebensicht haben, und gleich den Laufsternen bald nach der Ordnung der Himmelszeichen gerade fortgehen, bald wieder den nämlichen Weg zurückzumachen scheinen, und folglich sich gewiß bis in die Gegend der Laufsterne herab lassen, so kann man doch bey ihnen insgemein zu reden, keine tägliche Nebensicht nicht bemerken; und dieses ist schon ein Beweis, daß sie der Erde nicht einmal so nahe kommen, als der Mond, und mithin nichts weniger, als Lufterscheinungen sind. **Zweytens** ist es aus der Lehre der Mittelpunctskräfte genug bekannt, daß ein aus der Sonne ausgeworfener Körper in dieselbe wieder zurückfallen muß, noch eher, als er einmal um sie herum in einem Kreise herumläuft. Man beobachtet aber bey den Irrsternen, daß sie, nachdem sie sich der Sonne bis auf eine gewisse Weite genäheret haben, von derselben sich wieder entfernen; sie sind also kein Auswurf der Sonne. **Letztens**, wer wird sich einfallen lassen, daß sie ein zufälligerweise zusammengesetzter Körper sind, wenn er betrachtet, wie nahe sie an die Sonne kommen? Wer etwas in der Naturlehre erfahren ist, der weiß es schon, daß in einer so kleinen

Ent-

Entfernung von der Sonne, in welcher z. B. der Irrstern des 1680sten Jahres war, eine erstaunliche Geschwindigkeit vonnöthen sey, damit er nicht in die Sonne falle, und er sieht, daß ein aus Dünsten zusammen gesetzter Körper weder eine wahrscheinliche Ursache von solcher Geschwindigkeit haben kann, noch, wenn er sie auch hätte, ertragen könnte ohne von einander zu fallen. Selbst die Hitze würde ihn vernichten müßen.

Sie müßen nicht glauben, daß, wenn ich dergleichen Meynungen den Alten zueigne, ich alle will verstanden haben. Nein! es waren vielleicht zu allen Zeiten einige aus den Philosophen, welche scheinen überzeuget gewesen zu seyn, daß die Irrsterne Laufsterne sind, derer Bewegung beständig, und in regelmäßigen Laufbahnen sey. Keiner hat erhabener von den Irrsternen geschrieben, als **Seneca**; so gar ein Astronom, wie es **la Lande** bemerket, würde heut zu Tage nicht mehr philosophisch in dieser Sache sich ausdrücken können. „ Man hat geglaubet, sagt er, daß die Cometen keine „ Gestirne sind, weil sie die Rundung der andern „ himmlischen Körper nicht haben, aber der Körper „ des Cometen ist rund, nur das Licht, welches sie von „ sich geben, gestaltet die länglichte Figur; wenn wir „ aber auch annehmen, daß sie eine andere Figur als die „ Planeten haben, würde es wohl eine Folge seyn, „ daß sie von einer andern Natur sind? Die Natur „ hat nicht alles nach einem einzigen Muster gemacht. --- „ Die Verschiedenheit ihrer Werke giebt ihre Größe zu „ erkennen. Man kan den Weg der Cometen, und

ihre

„ ihre regelmäßige Zurückkunft noch nicht wissen, weil
„ ihre Erscheinungen sehr selten sind; doch ist ihre Be-
„ wegung nicht unordentlich, wie jene der Lufterschei-
„ nungen, die vom Winde getragen werden. - - -
„ Sie sind wie alle himmlischen Körper, ewige Werke
„ der Natur. Der Wetterstral, die fallenden Sterne,
„ und alle Entzündungen in der Dunstkugel sind ver-
„ gänglich, und sind nur bey ihrem Falle sichtbar; die
„ Cometen haben ihre Bahn, welche sie durchlaufen,
„ sie entfernen sich, aber hören nicht auf zu seyn.
„ Du behauptest, daß sie sich in dem Thierkreise auf-
„ halten müßten, wenn sie Planeten wären? Aber
„ wer hat denn die Bewegungen der himmlischen Kör-
„ per auf den Thierkreis eingeschränket? wer kann den
„ göttlichen Werken solche Gränzen setzen? ist der
„ Himmel nicht an allen Seiten frey, und offen?
„ ist es der Größe des Weltgebäudes nicht anständiger,
„ wenn man mehrere Bewegungen nach verschiedenen
„ Wegen zuläßt, als wenn man alles auf eine Gegend
„ des Himmels einschränket? Wir sehen in diesem vor-
„ trefflichen Werke der Natur eine Menge der Sterne
„ leuchten, welche die Nacht verschönern, und uns
„ lehren, daß der Himmel an allen Seiten voll mit
„ Körpern sey; warum sollen nicht mehr als fünf seyn,
„ die sich bewegen, und warum müßten die übrigen
„ unbeweglich seyn? Man wird vielleicht fragen, wa-
„ rum den nur fünf sind, deren Weg man beobachtet
„ hat? ich antworte, daß es viele Dinge giebt,
„ deren Daseyn uns bekannt ist, ohne zu wissen, wie

„ sie seyn. - - - Verwundere man sich nicht, daß
„ man das Gesetz der Bewegung der Cometen noch
„ nicht weiß. - - - Es sind noch nicht 1500. Jahre,
„ daß die Griechen die Sterne gezählet, und mit
„ Namen beleget haben; es giebt noch viele Völker,
„ welche nur eine lautere Ansicht des Himmels haben,
„ ohne zu wissen, warum sich der Mond verfinstere,
„ und es ist noch nicht lang, daß wir die Ursach gewiß
„ wissen. Es wird noch die Zeit kommen, wo nach
„ einem Fleiße von Jahrhunderten jene Dinge, die
„ noch verborgen sind, in ein helles Licht kommen wer-
„ den. - - - Es wird eine Zeit kommen, wo die
„ Nachkommen sich verwunderen werden, daß uns so
„ klare, und sichere Kenntnisse entwischet sind. - - -
„ Man wird zeigen, in welchen Gegenden die Cometen
„ herumirren, warum sie sich von andern Gestirnen
„ so weit entfernen, in welcher Zahl, und Größe sie
„ sind " u. s. w.

Die Vorsagung des Seneca ist zum Theile zu diesen lezten Zeiten erfüllet worden. Der berühmte Irrstern des 1680sten Jahres gab die Gelegenheit, daß die größten Männer der Natur der Irrsterne überhaupt nachsinneten, und die glücklichste Erfindung der allgemeinen Anziehung hat sie dem grossen **Newton** entdecket. Der nur gemeldete Irrstern diente ihm zum Grunde von seinen Untersuchungen, und er fand endlich, daß die Theorie mit den Beobachtungen ziemlich genau übereinstimmte, und daß ein Bogen von einer

ungemein verlängerten Ellipse, oder was das nämliche ist, von einer Parabel den Erscheinungen vollkommen genug thue, wenn man anders voraussetzet, daß die durchgelaufenen Flächen sich verhalten, wie die Zeiträume, gleichwie sich dieses bey der Bewegung der Laufsterne befindet, und von der Zeit an zweifelte er nimmer, daß die Irrsterne Laufsterne sind. Was **Newton** aus der Theorie gemuthmasset, das hat **Halley** bis zur Gewißheit gebracht, als er erkläret hat, daß die Irrsterne des 1531, 1607, und 1682sten Jahres nicht verschiedene Irrsterne sind, wie man glaubte, sondern allzeit der nämliche gewesen sey, der nach Verlauf von beyläufig 75. Jahren wieder zurückgekommen sey. Er hat so gar seine Zurückkunft auf das End des 1758, oder den Anfang des 1759sten Jahres vorgesaget, und wir haben ihn wirklich zur selben Zeit gesehen. **Halley** begnügte sich nicht mit der Vorsagung der Zurückkunft; er sagte so gar vor, daß die im Jahre 1682. angefangene Periode länger seyn wird, als die von 1607 bis 1682, welche nur von 75 Jahren war, er bemerkte, daß der Irrstern im Jahr 1681. sehr nahe bey dem Jupiter vorbeygieng, und folglich merklich habe müßen angezogen werden; er zeigte, daß die neue Periode wegen der Wirkung des Jupiters also wird verlängeret werden, daß sie von mehr als 76. Jahren seyn wird. Der Irrstern ist den 25ten December 1758 in Sachsen am ersten gesehen worden. **Halley** sah seine Berechnung, die er über die Wirkung des Jupiters gemacht, selbst für wenig genau an, und dennoch ist zwischen der Rechnung, und der Beobachtung nur

ein

ein Unterschied von 3. Monaten gewesen, welchen Clairaut als eine Wirkung Saturns ansah, die Halley nicht berechnet hat. Clairaut kündigte im Jahre 1758 an, daß der Irrstern wegen der Wirkung des Jupiters, und des Saturns über den Punct seiner kleinsten Entfernung von der Sonne nicht eher hinüber gehen wird, als beyläufig am 15ten April 1759, doch erkannte er zugleich, daß seine Rechnung von der Beobachtung um ein Monat abgehen könnte, weil man genöthiget war vieles in der Berechnung der Wirkungen der Laufsterne auszulassen. Es geschah auch wirklich, wie er es vorgesehen. Der Irrstern gieng über den Sonnennahepunct den 12ten Märzen, folglich um 33. Tage früher, als es Clairaut bestimmte. Wenn es wahr ist, daß eine gewisse, und bestimmte Periode, eine regelmäßige Laufbahn um die Sonne, und selbst die Abweichungen, wenn sie nur von dem allgemeinen Gesetze der Schwäre hergeleitet, und berechnet werden können, einen Laufstern von einem zufälligen Körper unterscheiden, so ist es schon ausgemacht, daß die Irrsterne Laufsterne sind, wenn auch der Lauf keines andern bekannt wäre, als nur des vom Jahre 1682. Doch glaubt man die Periode von 3 andern zu wissen; als des vom Jahre 1661, den man im Jahre 1790 erwartet, des von 1556, dessen Zurückkunft auf das Jahr 1848. vorgesagt ist worden, und des von 1680, dessen Wiedererscheinung Halley auf das Jahre 2254 gesetzet hat.

Die Vorsagung der Zurückkunft der Irrsterne ist um viel beschwerlicher, als man es sich einbilden würde. Um es zu bestimmen, daß ein Irrstern eben derselbe sey, der einstens schon ist gesehen worden, kömmt es nicht darauf an, daß seine scheinbare Stellung in dem Himmel die nämliche sey; ja man würde sich sehr oft betrügen, und es ist leicht zu begreifen, daß die verschiedene Stellung der Erdkugel zu zwey Zeiten der Erscheinung des nämlichen Irrsternes eine Verschiedenheit verursachen muß. Der Irrstern des 1759sten Jahrs, welcher im Jahre 1682. in den nördlichen Gestirnen ist beobachtet worden, ist bey seiner letzten Erscheinung in dem südlichen Theile des Himmels gesehen worden. Nur damals kann man von dem Irrsterne versichert seyn, wenn seine Bahn, seine Entfernung von der Sonne, sein Sonnennahepunct, der Ort seiner Knotten und besonders die Neigung seiner Bahn auf die Sonnenbahn sicher ist bestimmet worden. Der nun betrachtet, wie kurz die Zeit der Erscheinung eines Irrsternes, und folglich wie klein derjenige Theil seiner Bahn ist, der allein beobachtet werden kann, und wie viele glückliche Umstände erforderet werden, um ihn nicht zu versäumen, wird sich nimmer wundern, daß die Bahn von so wenigen Irrsternen bekannt sey.

Ihre kleinsten Entfernungen von der Sonne.

Die Bahnen, in welchen die Irrsterne dahergehen, sind verlängerte Ellipsen. Die Verschiedenheit aber gehet in dieser Sache so weit, daß bey einigen die Seiten der Ellipse wenig von einer geraden Linie unterschieden sind; Der Fall ereignete sich bey dem

Irr-

Irrsterne des 1680sten Jahres. Je mehr die Ellipse verlängert ist, desto näher sind die Brennpuncte bey dem Scheitelpuncte der krummen Linie; folglich näheren sich der Sonne bey ihrer Wiederkunft diejenigen Irrsterne am meisten, welche sich von ihr zum weitesten entfernet haben. Der kleinste Abstand von der Sonne ist bey einigen größer, als die Entfernung der Erde von der Sonne. Der Irrstern des 1729sten Jahres war mehr als viermal so weit von der Sonne, als die Erde, da er ihr am nächsten war. Andere gehen zwischen der Sonne, und der Bahn der Venus, und des Merkurs weg; der von 1680. war von der Sonne kaum auf den sechsten Theil des Sonnendurchmessers entfernet. Unter den 21. Irrsternen, die **Halley** berechnet hat, sind nur zwey, bey welchen der Sonnennahepunct weiter von der Sonne weg war, als die Erde in ihrer mittleren Entfernung; die übrigen 19. hatten diesen Punct zwischen der Erde, und der Sonne, und zwar zwischen der Venus, und der Erde giengen nur zwey, zwischen der Venus und dem Merkur 11, und zwischen dem Merkur und der Sonne 6 durch.

Wenn wir den kleinsten, und den größten Abstand eines Irrsternes von der Sonne betrachten, fällt uns alsogleich ein Umstand bey, der uns nothwendig in Erstaunung setzet, und dieser ist die unbegreifliche Abwechslung des Lichtes, und der Finsterniß, der Hitze, und der Kälte. **Newton** machte seine Betrachtungen über den berühmten Irrstern von 1680. Als dieser

Irrstern, saget er, in seiner mindesten Entfernung war den 8ten December, so war seine Entfernung von dem Mittelpuncte der Sonne zu der Entfernung der Erde von eben diesem Mittelpuncte, wie 6: 1000, folglich verhielt sich die Hitze an dem Irrsterne zu unserer Sonnenhitze, wie 1000000: 36, oder wie 28000: 1. Nun die Hitze eines siedenden Wassers ist dreymal größer, als die Hitze, welche eine trockne Erde von der Sonne im Sommer empfangen kann, und die Hitze eines glüenden Eisens ist beyläufig 3 oder 4 mal größer, als die des siedenden Wassers, mithin war die Hitze, welche der Irrstern bey seiner kleinsten Entfernung empfangen hat, 2000 mal größer, als die Hitze des glüenden Eisens. Er berechnet weiter, daß eine glüende eiserne Kugel, die eben so groß, als unser Erdball wäre, in 50000. Jahren kaum würde abgekühlet werden. „ Doch von „ der Hitze, saget Herr **Lambert**, die der Irrstern „ wirklich erlanget hat, läßt sich vollends nichts „ schließen, und alles, was man dabey thun kann, ist, „ daß man die Dichtigkeit der Sonnenstralen bestimme, „ welche in seine Atmosphäre einfielen. Setze man, „ das beste Brennglas könne die Sonnenstralen 2000 „ mal verstärken, welches eher zu viel, als zu wenig ist, „ so ist die Rechnung bald gemacht, daß die Hitze von „ 12 der besten Brenngläsern auf einen Punct gerichtet, „ kaum so groß seyn werde, als diejenige, welcher die- „ ser Irrstern ausgesetzet war. Wenn unsere Erde „ diesen Weg nehmen, und von itzt an in eine solche „ Nähe von der Sonne kommen sollte, so ist unstrei- „ tig,

„ tig, daß die Wirkung von derjenigen, die 12 Brenn-
„ spiegel zusammen genommen verursachen können, eben
„ nicht so viel verschieden seyn würde. Das ganze
„ Meer würde sich in eine hohe, und dichte Atmosphäre
„ von Dünsten verwandeln, und ungeachtet diese die
„ Sonnenstralen ziemlich zurückhalten, und schwächen
„ würde, so würde ich doch nicht gut stehen, ob diese
„ zureichen möchte, die Erdfläche zu schirmen. So
„ viel ist gewiß, daß das Licht der Sonne, wenn sie
„ am Horizonte ist, durch unsere itzige Atmosphäre gut
„ über 2000 mal schwächer wird. Die Atmosphäre
„ des Irrsternes von 1744. war bey 8000. Meilen hoch.
„ Sie mag daher noch viele tausendmal mehr Licht
„ auffangen, und zurückwerfen. - - - Newton hat
„ bey seiner Berechnung den Grad der absoluten Kälte
„ noch lange nicht tief genug angenommen. Ein
„ Körper, der 50000. Jahre braucht, um wieder zu
„ erkälten, hätte auch eben so viele Jahre nöthig gehabt,
„ um diese Hitze zu erlangen. Endlich ist auch ein
„ jeder Körper nur eines bestimmten Grades der Wärme
„ fähig. - - - Es möchte den Irrstern von 1680.
„ nun seine Atmosphäre vor der Sonnenhitze geschirmet
„ haben, oder seine Structur derselben proportioniret
„ gewesen seyn, so kam er bey der Sonne durch,
„ und ich zweifle nicht, daß seine Einwohner nicht
„ sollten unbeschädigt geblieben seyn, vielleicht sind sie
„ von solcher Beschaffenheit, daß Frost, und Hitze
„ keinen Eindruck auf sie macht. Nur die Einwohner
„ der Laufsterne, und daher auch wir selbsten sind so

„ zarte gewöhnet, daß wir eine temperirte Wärme
„ brauchen. Wir taugten nicht den Weg dieses, und
„ anderer Irrsterne zu machen. Sollte ich aber je
„ eine Vergleichung anstellen, so sind die Bewohner
„ der Laufsterne gegen die von Irrsternen ungefähr das,
„ was die Gewächse unter dem Ebener gegen die in den
„ nördlichen Erdstrichen sind. Diese halten alle Ab-
„ wechslungen der Witterung aus, dahingegen jene in
„ warmen Gewächshäusern müßen gepfleget werden,
„ wenn sie in unseren Ländern bestehen sollen. "

Man hat es bishero für eine allgemeine Regel angenommen, daß der Lauf der Gestirne von Westen gegen Osten sey, und so lang man nur die sechs Laufsterne kennte, war es eine ausgemachte Sache. Nun aber als man den Irrsternen das Bürgerrecht in der Laufsternenwelt zuerkannt hat, giebt es keine Gegend in dem Himmel mehr, nach welcher nicht einige von den Irrsternen ihren Lauf richteten; so gar fast gerade vom Mittage gegen Mitternacht haben wir erst diese letzten Jahre einen Irrstern mit bewunderungswürdiger Geschwindigkeit fortgehen gesehen. Der Weg der Himmelskörper ist nimmer in den Thierkreis allein eingeschränket, und der Neigunswinkel der Bahnen geht von 5° über 60° hinaus. Merkwürdig ist, daß in der Halleyschen Tafel der Neigungswinkel bey den 6. Irrsternen, die sich unter den Merkur zu der Sonne senkten, allzeit über 30 , und bey vier derselben über 60° war. Bey den übrigen, die nicht so tief gehen, findet man

alle

alle Neigungswinkel ohne Unterschied, doch so, daß der kleinste derselben über 5° war. Man hat schon längstens hieraus geschlossen, daß die Neigungswinkel deswegen gröſser seyn, damit die Irrsterne den Laufsternen ausweichen können.

Ist die Furcht von Irrsternen wohl gegründet?

Mit allem dem hat man uns dennoch die Irrsterne fürchterlich gemacht, und nachdem man uns die eitle Furcht für Hunger, Pest, und dergleichen mehr benommen hat, will man uns einen noch weit gröſseren Schrecken einjagen, und, was noch ärger ist, so will man es beweisen, daß wir uns mit Rechte fürchten sollen. So z. B. weil der Irrstern von 1680. so nahe bey der Erdbahn vorbey gieng, daß er von derselben nicht weiter weggewesen, als der Mond von der Erde ist, so saget man: es ist ein Glück, daß sich die Erde nicht damals daselbst befunden. Der kriegerische Irrstern hätte unserer Erde einen Stoß geben, oder wenigstens einen guten Theil seines Schweifes in unserer Dunstkugel zurücklassen können; es wäre zu besorgen gewesen, daß er nicht die Erde bis jenseits der Ruhesterne mit sich fortgeschleppet hätte; das wenigste, was er hätte thun können, wäre gewesen, daß er uns das Jahr länger, oder kürzer, oder aus Sommer Winter gemacht, oder daß er uns den Mond weggeraubet hätte. Wer weiß es, saget man, ob nicht schon Laufsterne mangeln, die aus dem weiten Raume, der zwischen dem Mars, und dem Jupiter ist, hinweggekommen sind? wer weiß es, ob nicht Jupiter, und Saturn ihre Trabanten, und selbst die Erde den Mond auf diese Art bekommen haben?

Diese, und dergleichen mehr Möglichkeiten lassen sich nicht alle schlechthin verwerfen, und was solche Veränderungen anbelangt, durch welche die Weltkörper in ihrer Bahn etwas verrückt werden, haben wir selbst schon Beyspiele in den Laufsternen, und besonders in dem Monde angeführet. „ Diese Verrückungen, „ sagt **Lambert**, sind allerdings Folgen von der „ Schwäre der Laufsterne, und der Irrsterne gegenei- „ nander, und es ist nur die Frage, ob man sie schlechter- „ dings nur als kleine Ausnahmen von den allgemeinen „ Gesetzen annehmen solle, oder ob sie in der That auch „ Nebenabsichten sind, wodurch der Lauf dieser Körper „ zugleich mehrere Abwechslungen erhält, und dauer- „ hafter wird; könnte man nicht setzen, daß sie aus „ guten Absichten seyn müßten, und daß alle Lauf- „ und Irrsterne gerade diejenige Größe, Schwäre, „ Lage, Richtung, und Geschwindigkeit hätten, daß sie, „ des beständigen Anziehens unerachtet, immer einan- „ der auf die geschickteste Art ausweichen? " könnte es nicht seyn, daß eben die Anordnung bey der Schöpfung gemacht ist worden, daß sie aus eben den Ursachen, die uns alles befürchten machen, auf ewig sich aus- weichen müßen? Es ist ohne Zweifel, daß der Irrstern von 1680 vieles Unheil auf der Erde gestiftet hätte, wenn er sie in der Nähe angetroffen hätte. Sie war nicht dort, und für diesesmal ist man glücklich davon gekommen. Fragen Sie aber, ob er, oder sonst ein anderer Irrstern die Erde in so müßlichen Umständen jemals antreffen werde, so wird Ihnen kein Philosoph

dafür

dafür gut stehen wollen, weil wir nicht alle Irrsterne, noch ihre Bahnen, noch ihre Zurückkünfte wissen. Die metaphysischen Gründe sind uns zu keiner Beyhülfe; Denn ob es schon gewiß ist, daß in dem Weltgebäude nichts ohne bestimmte Ordnung, nichts ohne besondern Absichten ist, so wissen wir dennoch nicht, ob zu den Absichten des Allerweisesten auch die Erhaltung der Weltkörper gehöre, die von der ersten Erschaffung her sind.

Betrachten wir die Sache von einer andern Seite, so wird die Wahrscheinlichkeit bey denjenigen sich halten, welche die Irrsterne sowohl, als die Laufsterne für ursprüngliche, und solche Körper ansehen, die das sind, was sie von der Erschaffung her sind, und an demselben Orte sind, für welchen sie am Anfange sind angeordnet worden. Denn setze man z. B. daß die Trabanten des Jupiters u. s. w. Irrsterne gewesen sind, so sind nur zwey Fälle möglich, wie sie sich im Netze des Hauptlaufsternes hätten verstricken können. Entweder wäre es geschehen, indem der Irrstern von der Sonnenferne wieder zur Sonne hinuntergestiegen, oder, da er sich von der Sonne aufwärts entfernet hätte. Im ersten Falle hätte derselbe die Bahn des Hauptlaufsternes auf der östlichen, im zweyten auf der westlichen Seite durchschneiden müßen, so bald es wahr ist, daß sich alle Nebenlaufsterne so, wie die Hauptlaufsterne von Abend gegen Morgen bewegen. Wie groß ist hiebey die Wahrscheinlichkeit, daß das Gegentheil niemals eingetroffen. Es sind in allem 10. Trabanten, und von

diesen

diesen sollten sich wenigstens fünf von Osten gegen Westen drehen, weil beyde Bewegungen als gleich möglich müßen angesehen werden.

Aber um zu sehen, ob sich ein Irrstern in unseren Mond hätte verwandeln können, nehmen wir die vortheilhaftesten Umstände an. Da es unstreitig ist, daß derselbe Irrstern über 24 mal langsamer sich hätte bewegen müßen, als die Erde, so setzen wir, der Ort des Vollmondes sey der Sonnenfernepunct des Irrsternes gewesen, und derselbe habe sich darin ungefähr so geschwind bewegt, als nun der Mond thut. Allein die Ellipse, die er hätte zuvor beschreiben müßen, fällt ins unmögliche, und ihr Sonnennahepunct wäre innert der Sonne gewesen. Rücken wir den Sonnenfernepunct weiter hinaus, so wäre der Irrstern bey der Erde entweder geschwinder gelaufen, und damit hätte er nicht können hangen bleiben, oder die Ellipse wäre noch unmöglicher geworden. Man könnte diese Betrachtungen noch weiter verfolgen, und im ganzen findet man noch keine Möglichkeit, aus einem Irrsterne einen Trabanten zu machen.

Betrachten Sie die Hauptlauffsterne, so bemerken Sie als etwas besonderes, daß ihre Bahn schier in einer Fläche, und zwar in der Fläche des Ebeners der Sonne sind, und alle nebst ihren Trabanten vom Abend gegen Morgen laufen. Es ist 65536 mal wahrscheinlicher, daß unter 16 Irrsternen, die sich in Lauffsterne hätten ver-

verwandeln sollen, wenigstens einer sich von Morgen gegen Abend würde bewegt, und daß einer, und der andere in einer andern Fläche würde gelaufen haben. Aller Zufall verschwindet hier nothwendig, und wenn uns von diesem auf andere Fälle zu schließen erlaubet ist, so glaube ich, daß es unendlich wahrscheinlicher ist, daß niemals ein Irrstern in der Laufsternenwelt eine Zerrüttung anstellen werde.

Wie viel Irrsterne sind möglich?

Die Wahrscheinlichkeit setzet nothwendig die Möglichkeit voraus, und ein Philosoph, der uns die Furcht bey so vielen nur in wenigen Jahren gesehenen Irrsternen benehmen will, muß am ersten beweisen, daß die Irrsterne bey so grosser Anzahl so können vertheilet seyn, daß sie sich, und den Laufsternen immer ausweichen können. Die Zahl der Irrsterne, die man bisher in die Tabellen gebracht hat, mag in Vergleichung mit der Zahl der Laufsterne immer ansehnlich seyn, so ist sie doch bey weitem noch nicht so groß, als sie wirklich seyn kann. Die Betrachtungen des Herrn **Lambert**, aus dessen Briefen über die Einrichtung des Weltbaues ich das meiste in diesem, und folgendem Hauptstücke vorkommende herausgezogen hab, gehen in dieser Sache so weit, daß er die Möglichkeit von fünf Millionen Irrsternen um die Sonne beweiset. „ **Halleys** Tafel, „ saget er, giebt uns nur noch einen kleinen Anfang „ von der Lage der Cometenbahnen, darinn noch nicht „ alle Arten derselben sind. Nehmen Sie nur die „ Perihelien zum Beyspiele. Wir wollen sie noch

nicht

„ nicht entferneter ſetzen, als die Erde. Unter allen
„ dieſen Entfernungen ſind 7, und daher der dritte Theil
„ von allen 21 Cometen. Wenn wir auch ſetzen,
„ der Comet von 1680. komme unter allen der Sonne
„ am nächſten, ſo laſſen ſich noch wenigſtens 5, oder 6
„ andere gedenken, die eben ſo nahe kommen können,
„ ohne einander zu ſtören. So können 12, und mehr
„ andere doppelt ſo weit wegbleiben, und ich hätte über-
„ haupt gute Luſt, die Anzahl der Cometen, wie die
„ Quadrate des Abſtandes ihres Perihelii anwachſen
„ zu machen, und dieſen Abſtand bis zimlich weit über
„ den Saturn hinaus zu erſtrecken. Ich nehme nicht
„ mehr als 6. Cometen an, die zwiſchen dem Merkur,
„ und der Sonne durchgehen. Dieſes iſt unſtreitig
„ ſehr mäßig. Denn wenn ich die Lücken in der
„ halleyſchen Tafel ausfüllen wollte, ſo würden etliche
„ 100, und vielleicht mehr als tauſend nicht zureichen.
„ Sodann will ich die Perihelien nicht weiter hinaus
„ rücken, als die Bahn des Saturns iſt, ungeachtet
„ noch außerhalb Raum genug dazu bliebe, weil der
„ nächſte Fixſtern wenigſtens 50000 mal weiter von
„ unſerer Sonne weg iſt, als Saturn. Wenn ich
„ nun nachrechne, ſo finde ich das Quadrat bey dem
„ Abſtande des Saturns bey 600 mal größer, als des
„ Merkurs. Und jenen Raum ſetze ich nicht dichter
„ mit Periheliis von Cometen angefüllet, als dieſen.
„ Die Rechnung iſt nun bald gemacht. Denn ich
„ werde wohl nicht weniger als 6 mal 600, das iſt
„ 3600 Cometen herausbringen. - - - Wenn ich den

Co-

„ Cometen von 1680 zum Maaßstab nehme, so würde
„ ich alle die 3600 Cometen allein innert den Merkur
„ bringen können - -·- und nach diesem Maaßstabe
„ hätte ich innert dem Saturn 600 mal 3600, folglich
„ über zwo Millionen Cometen. Und da neben dem
„ Cometen von 1680 noch gut 2 oder 3 andere seyn
„ können, so würde ich fünf Millionen annehmen. "
Ich müßte das ganze Buch abschreiben, wenn ich Ihnen einen Bericht von den Gedanken **Lamberts** geben sollte. Er giebt sie, nicht als blosse Einfälle eines Philosophen, nein! er beruft sich in allen auf die, obschon noch wenige Beobachtungen, die wir von den Irrsternen haben; er zeigt aus der halleyschen Tafel, daß der Neigungswinkel der Irrsternenbahnen immer größer wird, je näher der Irrstern an die Sonne kömmt; daß unter 21 Irrsternen nur zwey sind, derer Sonnennahe weiter von der Sonne weg war, als die Erde in ihrer mittleren Entfernung, daß die Irrsterne, welche zum zweyten- und drittenmal in der Tafel vorkommen, jedesmal eine andere Lage in ihrer Bahn hatten, daß die kürzeste Periode von 75 Jahren war, daß die Irrsternenbahnen sehr lange Ellipsen sind, und folglich die geschicktesten zu einer Zusammensetzung um die Sonne, bey welcher ein Irrstern dem andern ausweichen könnte. Aus allem diesem ziehet er jene Schlüße, die wir erst angeführet haben, und macht uns zu gleicher Zeit begreiflich, warum im Vergleiche mit den Irrsternen so wenige Laufsterne seyn.

Welche ist ihre Bestimmung?

Aber was kann wohl für ein Absehen bey einer so grossen Zahl der Irrsterne gewesen seyn? Newton glaubt ihre Bestimmung zu seyn, daß sie den Mangel, welchen die Sonne, und die Laufsterne mit der Zeit leiden, ersetzen sollen. Ihre Schweife, saget er, das ist, ihre Atmosphäre dehnet sich durch alle Gegenden des Sonnensystems aus, und sollte es geschehen, wie es in mehreren Fällen geschehen muß, daß sie die Atmosphäre der Erdkugel, oder sonst eines anderen Laufsternes erreichen, so muß ein beträchtlicher Theil bey den Laufsternen zurückbleiben, der den erlittenen Verlust, besonders der Feuchtigkeiten, ersetzen kann. Einen noch größeren Nutzen verschaffen sie der Sonne; Denn, weil sie bey ihrer kleinsten Entfernung von der Sonne ihren Weg durch die Sonnenatmosphäre zu machen genöthiget sind, so wird ihre Geschwindigkeit bey jeder Zurückkunft vermindert, und folglich die Mittelpunctskraft vermehret; sie werden denn bey jeder Zurückkunft sich mehr der Sonne nähern, und endlich gar in dieselbe stürzen.

Nichts ist wahrscheinlicher, als daß bey der Annäherung, und noch mehr bey der Vermischung der Atmosphäre ein Körper dem anderen etwas raube; da aber die Zahl dergleichen Gestirne groß ist, so kann der räuberische Laufstern dasjenige, was er an einem Orte bekommen, an einem anderen wieder verlieren, und ich glaube, daß im Ganzen alles das nämliche verbleibe. Daß jemals ein Irrstern sich in die Sonne stürze, läßt sich nicht beweisen: denn so gut, als seine Geschwin-

dig-

digkeit bey dem Durchgange durch die Atmosphäre der Sonne verminderet wird, so kann sie bey der Annäherung an einen andern Lauf- oder Irrstern wieder vermehret werden, und die Bahn die nämliche verbleiben; Da also die Möglichkeit beyderseits gleich ist, läßt sich weder für die eine, noch für die andere Seite etwas schließen.

Wenn von den anbettenswürdigsten Absichten des Schöpfers etwas zu sagen erlaubet ist, so werden wir wohl nichts anderes behaupten können, als was aus cosmologischen Betrachtungen kann hergeleitet werden. „ Sie fordern, schreibt **Lambert** an seinen Freund, „ die Welt solle in ihrem ganzen Umfange, und zusammenhange von Geschöpfen betrachtet werden, wie „ wir das, was auf unserer Erde ist, in Kleinem betrachten. Die Welt sollte ein Abdruck, oder eine „ fortdaurende Wirkung aller göttlicheu Vollkommenheiten zusammengenommen seyn. Könnte ich wohl „ hiebey einen Gesichtspunct, aus dem man diese Vollkommenheiten betrachten kann, öde lassen? oder „ könnte die Welt eine Wirkung des unendlich wirksamen Schöpfers seyn, ohne daß in jeder Stelle derselben Leben, und Wirksamkeit, Gedanken, und „ Triebe in den Geschöpfen wären? Sollte ich wohl „ die Vollkommenheit in einer beständigen, und unerschöpflichen Abwechslung von Aehnlichkeiten bestehen „ machen, und dennoch dabey leere Stellen übrig lassen, „ wo nichts dergleichen vorgienge, wo keine Theile eines

„ Ganzen wären, das unendlich vollständig seyn sollte? --
„ Aber auf unserer Erde, die wir seit der Erfindung
„ der Vergrößerungsgläser auch in den kleinsten Theilen
„ betrachten können, finden wir alles so voller Ein-
„ wohner, daß wir nicht länger mehr zweifeln können,
„ die Bevölkerung, und Belebung jeder Theile der
„ Welt als eine Absicht der Schöpfung anzunehmen,
„ die keine Ausnahme leidet. Im Kleinen lehret uns
„ nun der Augenschein selbsten, und die Stufen, da-
„ durch wir bey der Verbesserung der Vergrößerungs-
„ Gläser gehen, lassen uns sicher den Schluß machen,
„ daß wir die kleinsten Geschöpfe noch lange nicht ent-
„ decket haben. Sollten wir denn dieser Stufe so gar
„ enge Gränzen setzen, wenn wir ihn auf die Anzahl
„ der Weltkörper ausdehnen wollen? Für die Be-
„ schaffenheit der Einwohner jeder Weltkörper war ich
„ nicht besorgt, weil ich überhaupt annehmen konnte,
„ daß jeder derselben zu der Stelle, wo er sich befindet,
„ werde eingerichtet seyn. Was wir auf der Erde
„ finden, richtet sich ohne Ausnahme nach diesem Gesetze.
„ Wir finden Thiere, so für die Polarländer, andere,
„ die für die heißen Erdstriche, wieder andere, so für
„ die höchsten Alpen, und noch andere, die für die
„ Tiefen der Erde gemacht sind. Wer würde auf die
„ Bewohnbarkeit des Wassers denken, wenn die Fische,
„ und andere Wasser-Thiere uns nicht von Kindheit
„ auf bekannt wären? Wir würden es aus ähnlichen
„ Gründen für unmöglich halten, aus denen wir dem
„ Feuer die Bewohnbarkeit absprechen, und der Unter-

schied

„ schied würde nur auf das Verbrennen, und Ersäufen
„ ankommen. - - - Vielleicht sind die Einwohner des
„ Feuers unseren Augen unsichtbar, und die Wirksam-
„ keit des Feuers in Auflösung der uns bekannten
„ Materien fordert entweder Körper von Asbest, oder,
„ die sich nicht weiter trennen lassen. Doch hieben halte
„ ich mich nicht auf, die Structur solcher Geschöpfe
„ mag uns immer verborgen bleiben, aber ihre Möglich-
„ keit läßt sich noch nicht so leichte umstossen. "

Was ist der Schweif der Irrsternen?

Was uns bey den Irrsternen zu betrachten noch übrig bleibet, ist jener bey den übrigen Laufsternen ungewöhnliche Strich des Lichtes, den man den Schweif des Irrsternes nennet. Er ist bey vielen ungemein lang, und hat sich bey dem Irrsterne von 1680 auf 70° erstrecket. Sein Licht ist bey dem Körper des Irrsternes selbst schon ziemlich schwach, und wird immer matter, welches, wenn wir es noch überdieß mit seiner ungemeinen Durchsichtigkeit zusammenhalten, schon ein genugsamer Beweis ist, daß die Theilchen, aus welchen er bestehet, sehr dünn, und weit voneinander entfernet sind. **Newton** behauptet, daß alle Materie, welche den längsten Schweif eines Irrsternes ausmacht, den Raum eines Zolles nicht einnehmen würde, wenn sie zusammen gedrückt wäre.

Die Richtung des Schweifes ist allzeit gegen die Seite, die der Sonne entgegen gesetzet ist; doch nicht in einer geraden Linie; sein Ende bleibt immer gegen den

vom Irrsterne verlassenen Ort zurück, und folglich krümmet er sich ein wenig. Daß die Schweife der Irrsterne nichts anders als ihre Atmosphäre sind, ist ohne Zweifel; alle Erscheinungen bestättigen es: Denn, nebst dem, was wir schon gesagt haben, beobachtet man, daß der Irrstern bis auf eine gewisse Entfernung von der Sonne ohne Schweif erscheint; nähert er sich aber der Sonne, und mithin auch seiner Erhitzung, so bekömmt er nach und nach diesen Zuwachs, der sich bis zur Sonnennahe so ungemein verlängeret, und von dannen wieder stuffenweise abnimmt. Der vergrößerte Dunstkreis ist eine Folge der Bewegungen in einer Ellipse, oder eigentlich zu reden, der Hitze der Sonne, welche wegen der Bewegung des Irrsternes in der Ellipse sehr ungleich wirket. Die Ursache, warum sich diese Atmosphäre gegen die von der Sonne abgewendete Seite so ungemein verlängeret, schreibt **Kepler**, und nach ihm **Newton** der Gewalt der Sonnenstralen zu, welche die so sehr verdünnten Theilchen mit sich hinweg führen, und es wollen einige versichern, die Gelegenheit gehabt zu haben mit Brenngläsern von 4 bis 5 Fuß im Durchschnitte Versuche gemacht zu haben, bey welchen das im Brennpuncte versammlete Sonnenlicht leichte Körper in Bewegung gesetzt hat. Dem **Boscowich** gefällt diese Meynung nicht; er holt die Entstehung der Schweife vielmehr von dem Widerstande her, welchen die aufsteigenden Dünste des Irrsternes von der Atmosphäre der Sonne leiden. Dem sey, wie ihm wolle, so ist doch sicher, daß die Krümmung des

Schwei-

Schweifes allzeit von der Bewegung des Irrsternes in seiner Bahn herkömmt. **Euler** erkläret die Erscheinung nach der Meynung **Newtons**, und zeiget auch, wie es geschehen könne, daß ein Irrstern zwey, oder auch mehrere Schweife haben könne, wie man wirklich mehrere bey dem Irrsterne des 1744sten Jahres nahe bey seinem Sonnennahepuncte gesehen hat. **Winthrop** leitet die Schweife der Irrsterne von den allgemeinen Gesetzen der Schwäre her, zu welchem Ende er vorher die Gränzen der anziehenden Kräfte zwischen zwey Körpern bestimmet.

Zwölftes Hauptstück.

Von den Ruhesternen.

Je weiter die Ruhesterne von uns entfernet sind, je mehr verlieret sich der Verstand; Man kömmt fast bis in das unendliche, und nicht selten geschieht es, daß man aus Begierd dem wahrscheinlichen, oder dem möglichen nachzuspühren, in das ungeräumte verfällt.

Hipparch war der erste, der ein Verzeichniß der Sterne, und ihrer Stellungen gemacht hat; er hat 1022. Sterne in 48. Gestirne eingetheilet, derer 12. in dem Thierkreise, 21. in der nördlichen, und 15. in der südlichen Halbsphäre waren; diesen lezteren hat man

zu verschiedenen Zeiten nach Maaße der neuen Entdeckungen gegen den Südpol 14. andere beygesellet, und leztens hat Herr Abbt la Caille den südlichen Theil des Himmels wieder bereichert. Hipparchs Verzeichniß, welches Ptolomaus erhalten hat, ist in seinem Stande verblieben bis auf die Zeiten von Tycho Brache, der einige neue hinzugesetzet hat; nach ihm haben Riccioli, Royer, Hevelius, immer neue, und vermehrte Verzeichnisse herausgegeben; keines aber war vollständiger, als das Britanische, das Flamstead in seiner Historia cœlestis im Jahre 1712. gegeben hat. Doch glaube ich nicht, daß sich jemand von den heutigen Astronomen desselben bediene, nachdem Herr Abbt la Caille mit unglaublicher Mühe, und aller Genauigkeit, welcher ein grosser Mann nur fähig war, den Ort von 10000. Sternen bestimmet hat. Wir sind nun in dem Himmel nicht mehr fremde, und vielleicht ist von den Sternen, die doch beobachtet werden können, keiner mehr, der dem Fleiße der Astronomen entgangen wäre. Ein kühnes Unternehmen! werden Sie sagen: die Sterblichen glauben die Werke des Schöpfers abgezählet zu haben! Sie würden Recht haben, wenn jemand im Ernste sich es einbilden könnte, daß ihm die Zahl der Himmelskörper nicht unbekannt sey. Wie ein Moos ein neuer Wald, ein Tröpfchen Wasser ein neues Meer ist, in welchem Millionen wohnen, so ist jeder Theil des unendlichen Raumes. Wir zählen die Sterne nach tausenden, und Myriaden erklecken nicht nur die Zahl der Welte auszudrücken. Was wir bisher im Himmel kennen, sind nur einschichtige,

tige, und hin, und wieder gleichsam zerstreuete Sterne; auf die Wohnplätze der Sterne aber darfen wir uns nicht einmal wagen. Vergeben Sie mir, daß ich mich dieses Ausdruckes bediene; er ist uneigentlich, doch scheinet er sich auf gewisse Weise zu solchen Theilen des Himmels schicken, in welchen die Sterne Millionenweise anzutreffen sind.

Neblichte Sterne.

Es giebt im Himmel einige Pläze, welche die Gestalt eines kleinen Wölkchens haben, derer einige größer, die andere kleiner, aber doch unveränderlich sind. Die kleineren kommen dem Auge, wie dunkle Sterne vor, und werden derohalben **neblichte Sterne** genennet; die hauptsächlichsten sind in der Andromeda, im Degen des Orion, die Plejaden im Stiere, nahe an dem Kopfe des Schützes, im Hercules u. s. w. Herr Abbt **la Caille** hat in der südlichen Halbsphäre allein 42. neblichte Sterne bestimmet. Die zwey **Magellanischen Wolken**, die man nahe am Sudpole sieht, gehören wegen ihrer Größe nicht unter die neblichten Sterne, und noch viel weniger die so sehr berühmte **Milchstrasse**, obgleich die Ursache, von allen die nämliche ist.

Die Milchstrasse.

Die Milchstrasse hat die Gestalt eines weiß neblichten Bandes, welches sich um den ganzen Himmel herumzuwinden scheinet; sie gehet durch die Gestirne von Cassiopeja, Perseus, durch den Arm des Orion, die Füße der Zwillinge, den grossen Hund, und das

Schif, allwo sie am lichtesten ist, nach diesem streicht sie weiter über die Füße des Centaurus, über das Kreuz, über das südliche Dreyeck, von hier wendet sie sich wieder nacher Norden über den Altar, den Schweif des Scorpions, u. s. w. und da sie sich in zwey Theile absönderet, kömmt sie endlich durch den Adler, den Schwann, und den Kopf des Cepheus wieder zu der Cassiopeja zurück. Es kann nimmer zweifelhaft seyn, daß sowohl die Milchstrasse, als die neblichten Sterne eine Sammlung einer ungeheuer grossen Menge der Sterne sey, welche allzuklein sind, als daß sie mit freyen Augen könnten deutlich ausgenommen werden, doch aber noch Licht genug zu uns senden, auf daß sie können gesehen werden.

Mit allem dem läßt sich noch fragen; wie es geschehe, daß sich an einem Orte so viele Sterne anhäufen, und, was noch wichtiger zu seyn scheinet, warum just an diesem Striche des Himmels in einem kreisförmigen, und nur sehr wenig unterbrochenen Raume? Was das erste anbelanget, so begreife ich gar wohl die Wichtigkeit der Frage, welche noch viel erheblicher wird, wenn es wahr seyn sollte, daß ein Stern auf den andern, wie ein Laufstern auf den anderen wirket; denn in solchem Falle fordert ein jeder Stern einen sehr grossen Wirkungskreis, und folglich einen grossen Abstand von dem andern, welcher wenigstens so groß seyn muß, als die Entfernung des nächsten Ruhesternes von unserer Sonne ist. Wir können also unmöglich an-

neh-

nehmen, daß die Sterne der Milchstrasse gleich weit von uns weg seyn. Sie sehen schon, was man hieraus schließen muß; denn es bleibt ja nur allein übrig, daß die Sterne in unbeschreiblich langen Reihen hintereinander liegen müßen. Wenn dieses ist, so folget wieder, daß ausserhalb der Milchstrasse, wo wir den Himmel ziemlich leer sehen, die Reihen der Sterne sich nicht weit hinausstrecken, und hieraus entstehet nun die zweyte Frage, warum just dieser Himmelsstrich etwas besonders hat? Ich zweifle, ob jemand diese Sache in ein größeres Licht setzen wird, als es **Lambert** gethan; er macht aus eben diesen Betrachtungen die Folge, daß das ganze System der uns sichtbaren Sterne nicht sphärisch, sondern flach ist, ungefähr wie eine Scheibe, deren Durchmesser vielfach länger, als ihre Dicke ist. In dieser Fläche liegt die Milchstrasse, und alle sichtbaren Sterne ausser derselben, sie ist gleichsam die Ecliptik der Sterne; unser Sonnensystem liegt nicht Mitten in der Fläche, welche durch die Milchstrasse gehet. Denn wäre dieses, so müßte die Milchstrasse auf der Himmelskugel als ein größter Kreis erscheinen, und folglich von den Polen des Ebeners, und des Thierkreises gleich abstehen. Da aber die scheinbare Figur dieses Streifes von einem größten Kreise der Sphäre sehr wenig verschieden ist, so kann auch unser System von besagter Fläche nicht viel entfernet seyn.

Der nächste Stern ist mehr als 4727 millionen mal so viel von uns entfernet, als der Halbmesser der Erde beträgt, das ist, 4065220 Millionen teutsche Meilen. Die Entfernung

der Sterne von der Erde.

Diese Zahl ist nach der Ihnen schon bekannten Art aus der Nebensicht berechnet worden, für welche ich 1″ angenommen habe. Doch, weil die Nebensicht auch von dem nächsten Sterne keine Sekunde beträgt, so muß die Entfernung noch weit beträchtlicher seyn, und hieraus entstehet die Unmöglichkeit die wahre Größe eines Ruhesternes zu bestimmen. Gewiß ist es, daß der Durchmesser der vier größten Sterne, des Regulus, Aldebaron, Antares, und der Aehre der Jungfrau keine Sekunde betragen; denn der Mond braucht beyläufig 2″ um 1″ eines Grades in dem Himmel durchzulaufen, und dennoch braucht er bey weitem diese Zeit nicht, um einen von diesen Sternen gänzlich zu bedecken. Wäre die Nebensicht eines Sternes 1″, und der scheinbare Durchmesser auch von 1″, so würde sein wahrer Durchmesser eben so groß seyn, als der Durchmesser der ganzen Laufbahn der Erdkugel. Doch da es geschehen kann, daß der scheinbare Durchmesser um viel kleiner sey, als 1″, so kann es auch seyn, daß die Sterne um viel kleiner seyn, wie es Ihnen klar seyn wird, wenn Sie es nach den bekannten Regeln durchsuchen wollen.

Da nun das Licht der Sterne dennoch so hell, und groß ist, besonders, wenn es mit dem Lichte des Saturns verglichen wird, so erhellet, daß es kein geborgtes Licht sey, und folglich, daß die Sterne ein von sich selbst leuchtender Körper, und eben so viele Sonnen sind.

Wenn Sie dieses hören, so fällt Ihnen alsogleich ein, daß jeder Stern, Licht, und Wärme habe, und Sie werden Sich nimmer überweisen können, daß eine so unzählbare Menge der ungeheuren Weltkörper nur allein darum sey; daß sie unser kleines Sonnensystem erleuchten, und erwärmen sollen. „ Ich wollte keinen „ Ruhestern, sagt **Lambert**, bloß zum Anschauen „ stehen lassen, sondern das Licht, die Wärme, und „ seine Schwäre sollen dienen, ein ganzes System von „ Weltkugeln um derselben einher wandeln zu machen, „ die Nutzen davon hätten. Mittel ohne Absichten „ scheinen mir nichts zu taugen, und ich schließe sie „ von der Welt aus. Jeder Fixstern muß zu ähnlichen „ Absichten dienen, zu welchen wir unsere wohlthätige „ Sonne gewidmet sehen. Diese hat ein ihrer Majestät „ angemessenes Gebiet, und jeder Fixstern verdient „ nicht ärmer, oder gar ungebraucht zu seyn. Sein „ Licht, und seine Wärme sind Mittel, und diese sollen „ gebraucht werden, wie wir das Licht, und die Wärme „ unserer Sonne brauchen. " Hier haben Sie in Kürze alles, was man in dieser Sache vernünftiges sagen kann. Ein jeder Stern ist wahrscheinlich der Mittelpunct eines neuen Systems, ein jeder ist eine Sonne, um welche sich Lauf- und Irrsterne bewegen, ein jeder hat sein eigenes Gebiet, in welchem er vielleicht Millionen Weltkörper im Zaum hält, und da ich überhaupt keine Absicht bey den Laufsternen ohne lebende Geschöpfe einsehen kann, so ist der Raum um jeden Stern so viel, als möglich bewohnet. Wie sehr wird die Welt bewohnter, als man es vor weniger Zeit gedacht

Ihre Bestimmung.

dacht hätte! Wir finden Völker an jedem Staube, in jedem Tropfen, und bald wird kaum der Staub so zahlreich seyn, als die Weltkugeln, ja selbst als die Welte am Firmamente. Es wird Ihnen hinführo der Anblick der Sterne weit reizender seyn, als er bisher war; Sie sahen sie nur als leuchtende, und funkelnde Körper an, und fanden an ihnen weiter nichts, was den Verstand vergnügen könnte; nur allein ihre Menge setzte Sie in Erstaunen. Nun aber werden Sie Sich bey jedem Sterne eine Welt einbilden, Sie werden Sich eine Ordnung zwischen den Laufsternen vorstellen, Sie werden bey Sich selbsten die Laufbahnen dieser dunkeln Körper, ihre Lage, und Größe, u. s. w. anordnen, ja Sie werden selbst die Ruhesterne in eine Ordnung zu bringen suchen.

Zusammenhang der Weltkörper untereinander.

Ich glaube nicht, daß sich Ihr Verstand bey diesen Betrachtungen befriedigen kann; es muß noch ein Schritt gewaget seyn. So lange Sie bey diesen Begriffen bleiben, begreifen Sie wohl, daß ein jedes besonderes System beyläufig auf eben die Weise, wie in unserem Sonnensystem die Weltkugel, geordnet sey, aber im Himmel selbst finden Sie noch keine Ordnung; Sie sehen wohlbestellte Theile, aber kein ganzes, Sie finden unzählige besondere Welte, aber im ganzen noch keine Welt, und da Sie es der Weisheit des Schöpfers nicht zumuthen können, daß er nicht jede besondere Geschöpfe zu einem gemeinschaftlichen Werke angeordnet hat, so machen Sie den Schluß, daß ein jeder Stern

mit

mit dem nächsten, und alle untereinander zusammenhängen, und nur ein Weltgebäude machen. Verbreiten Sie nur das Gesetz der Schwäre durch das ganze Weltgebäude, und Sie verbinden die Welt, und alle ihre Theile dadurch auf das engste miteinander, und machen es zu einen zusammenhängenden Ganzen. So, wie der Mond mit der Erde, und diese mit der Sonne durch die Schwäre nur ein Ganzes macht, so ist die Sonne gegen den nächsten Stern, oder die Sonne mit allen übrigen Sternen gegen einen gemeinsamen Mittelpunct schwär, und sie kann nimmer für sich allein, sondern nur in Beziehung auf das Ganze betrachtet werden. Nun wissen Sie, daß, wenn dieses Gesetz allein wäre, alle Weltkörper nach und nach wieder in einen Klumpen zusammenfallen müßten, und eben derohalben sehen Sie die Nothwendigkeit ein, daß die Kraft der Schwäre durch eine andere, das ist, durch die Wurfskraft eingeschränket werde. Die beyden Kräfte müßen einander das Gleichgewicht halten, und die Ordnung in den Weltkörpern dadurch dauerhaft machen. Die Ruhesterne können also nicht in Ruhe bleiben, sie müßen im Kreise bewegt werden. „ Die Ruhe, „ sagt wieder Herr **Lambert**, ist aus der Welt ver- „ bannt, weil sie zu einförmig wäre. Die Manig- „ faltigkeit fordert Abwechslungen, und diese können „ ohne Bewegung nicht vorgehen. Die Bewegung „ wird demnach wesentlich, und das allgemeine Gesetz „ der Schwäre würde genug seyn, um zu zeigen, daß „ wirklich alles im Leben, und Bewegung sey. - - - „ Ohne eine durchgängige Bewegung wäre die Welt

„ eine

„ eine Maschine, die nicht gebraucht würde, eine ab-
„ gelaufene Uhr. "

So viel auch diese Betrachtungen von den allgemeinen Begriffen, die wir von den Ruhesternen haben, abgehen, so wenig können sie dennoch für etwas sonderbares angesehen werden. Die metaphysischen Grundsätze führen uns ganz natürlich dahin, und wenn anders die Welt ein Ganzes ist, so kann kein Stern kein Ruhestern seyn. Man hat die Sonne für unbeweglich gehalten; aber seitdem **Newton** sein Gesetz der Schwäre im Himmel verbreitet hat, wissen wir schon eine Bewegung in der Sonne; Sie gehet (und das nämliche muß sich bey jedem Sterne zutragen) um den gemeinsamen Mittelpunct der Schwäre des ganzen Sonnensystems in einer Ellipse herum. Freylich ist die Bahn ungemein klein, sie ist aber doch schon genug, um das Vorurtheil von der Unbeweglichkeit der Ruhesterne zu benehmen. Es gehet bey der Sonne das im Grossen vorbey, was bey dem Jupiter, dem Saturn, und der Erde im Kleinen. Ein jeder von diesen Laufsternen ist beynähe in dem Mittelpuncte eines besondern Systems, er gehet so gut um diesen Mittelpunct in einer Bahn herum, als der mindeste von seinen Trabanten, und das ganze System gehet wieder um die Sonne, welche mit den übrigen Lauf- und Irrsternen ein von minderen Systemen zusammengesetztes System ausmacht. Gilt die Analogie noch etwas, so werden wir nothwendig weiter schreiten, und die Sonne mit ihrem ganzen System

um

um einen andern Punct führen; und damit ja die Analogie ihren ganzen Werth habe, so werden Sie diesen Punct noch nicht in die Mitte des ganzen Weltgebäudes setzen; der Sprung wäre zu groß. So wie die Trabanten unmittelbar um ihre Hauptlaufsterne, und diese um die Sonne laufen, so wird die Sonne, und Millionen von Sternen mit ihren Systemen um einen gemeinsamen Punct gehen; dieser Punct wieder um einen andern, und endlich alle die Puncte um einen, der in der Mitte des Ganzen liegt. So bilde ich mir die Sache ein, und so muß ich mir sie einbilden, wenn ich vom Kleinen auf das Grosse richtig schließen will. Was den Mittelpunct eines jeden Sonnensystems anbelanget, so muß man gestehen, daß wir immer im Dunklen bleiben werden. Wir wissen, daß jede Sonne, und insgemein alle zu dem nämlichen System gehörigen Weltkörper um den Mittelpunct der Schwäre ordentliche Bahnen beschreiben würden, wenn auch gleich in selbem Puncte kein anderer Körper befindlich wäre. Aber die Bewegung würde zu langsam seyn, und Millionen von Jahren würden nicht genug seyn, um eine Bewegung von einer Minute eines Grades hervorzubringen. Die Analogie führet uns dahin, daß im selben Puncte ein Weltkörper gelegen sey. So ungeheuer ein solcher Centralkörper wäre, so müßen wir doch noch einen andern annehmen, welcher Masse genug hat, um ein ganzes System von mehreren Sternsystemen in Zaum zu halten, und wir werden endlich auf den Mittelpunct des ganzen Weltgebäudes kommen, wo sich der letzte Körper aufhält, der die ganze Schöpfung um sich herum lenket.

Die Ellipse, welche ein jeder Stern beschreibet, ist ungemein groß, und die Wirksamkeit der Schwäre bey so grossen Entfernungen ziemlich klein, folglich laufen die Perioden der Sterne auf Millionen Jahren hinaus. Ihre Geschwindigkeit wird uns größer, oder kleiner vorkommen, je nachdem sich die Richtung in dem Laufe von unserer Sonne gegen die Richtung der Sterne verhält. Sie werden so, wie die Laufsterne bald gerade, bald zurückläufig, bald stillestehend seyn, und es kann derohalben geschehen, daß Ruhesterne von der ersten Größe ihren Ort nicht merklich verändert haben, dahingegen bey andern die Veränderung des Ortes merklich ist, u. d. m.

Veränderliche Sterne.

So weit führen uns unsere Betrachtungen, welche nichts anders sind, als lauter Folgen, welche aus den allgemeinsten Grundsätzen fließen. Sehen wir nun auch, ob nicht vielleicht die Beobachtungen uns zu den nämlichen Schlüßen führen. Die Geschichte thut Meldung von einigen merkwürdigen Sternen, welche, nachdem sie eine geraume Zeit sichtbar waren, gänzlich verschwunden sind, und wir selbst kennen einige, welche biß auf eine bestimmte Größe wachsen, hernach immer kleiner werden, endlich gar verschwinden, und wieder zum Vorschein kommen. Ich führe nur einige aus den neuesten Beobachtungen an. Der berühmteste unter allen neuen Sternen war der vom Jahre 1572, den **Tycho** in dem sechsten Grade des Stieres beobachtet hat; er erschien am 11ten November gleich in seinem

größten

grösten Lichte, und übertraf den Syrius, den schönsten aus allen Sternen; mit dem December fieng er an abzunehmen, und wurde immer kleiner bis in Märzen des 1574sten Jahres, da man ihn aus dem Gesichte verlor. **Kepler** beschreibet einen anderen nicht minder glänzenden Stern, der am 10ten October im Jahre 1604. ist gesehen worden, und zu Anfang Octobers 1605. wieder verschwunden ist. Der veränderliche Stern des Walfisches, den **Bayer** o nennet, hat eine Periode von 333 Tagen, innert welcher er von seiner Erscheinung bis zum hellesten Licht kömmt. Von dem χ der Schwane ist die Periode von 405 Tagen, wie es **Maraldi**, und **Cassini** bestimmet haben.

Sie werden kaum glauben, was für Brgriffe man sich von diesen Erscheinungen gemacht hat. **Riccioli** glaubte, diese Sterne seyn nicht in ihrer ganzen Oberfläche leuchtend, und kehren zuweilen ihre dunkle Seite zu uns durch die Allmacht Gottes. **Gouillaud** stimmet mit **Riccioli**, was das erste anbelangt übereins, aber er giebt den Sternen eine Bewegung um ihre Achse. **Maupertuis** endlich nimmt die Bewegung der Sterne um ihre Achse an, aus welcher nach seiner Meynung in einigen Sternen eine beyn he flache Figur entstehen muß. Wenn nun ein solcher Körper seine flache Seite gegen uns wendet, erscheinet er in seinem ganzen Glanze; so aber, als seine Fläche auf den Augstral schief wird, vermindert sich das Licht, und verschwin-

det endlich, wann der schmale Rand nach dem Aug gekehret ist. So klein als der Schritt von der Bewegung um die Achse zu einer Bewegung um einen außer dem Stern gelegenen Punct zu seyn scheinet, so hat man ihn doch nicht gewaget, obgleich zwischen beyden Bewegungen bey den Weltkörpern ein Zusammenhang zu seyn scheinet, wie Sie es schon gesehen haben.

Einige haben eine wahre Bewegung.

Ein weit größeres Licht giebt uns die Veränderung des Ortes bey den Sternen. Ich rede nicht von den Veränderungen, welche aus der Vorausgehung der Nachtgleichen, der wankenden Bewegung der Erdachse u. d. m. entstehen, die wir schon für scheinbare Bewegungen erkennet haben; nur von einer wahren, und einem jeden Sterne eigenen Bewegung ist hier die Rede. **Halley** scheint der erste bemerket zu haben, daß der Arcturus, der Syrius, und der Aldebaran zur Zeit des **Ptolomäus** um einen halben Grad dem Nordpole näher waren, als sie heute sind. **Cassini** der Sohn hat eine Bewegung in dem lichten Sterne des Adlers entdecket, und vor andern hat Herr **Monnier** sich auf die Beobachtung der Bewegung bey den Ruhesternen verleget. Herr **Tobias Mayer** hat gezeiget, daß die Zahl der beweglichen Sterne größer sey, als man es sich vielleicht einbildet. Aus 80 Sternen, die er zu diesem Ende beobachtet hat, fand er nicht weniger als 15, die eine merkliche Bewegung haben, und

eine große Zahl der andern, die sich zu bewegen scheinen, aber so langsam, daß man zur Gewißheit nur nach einer langen Zeit wird gelangen können. Es sind nicht die größten Sterne allein beweglich; er fand auch kleinere, die eine nicht mindere Geschwindigkeit haben. **Arcturus** ist der geschwindeste; in 50 Jahren nähert er sich dem Ebener um 2″ in der Abweichung, und nach einigen Jahrhunderten wird er in einer andern Constellation sich befinden. Herr **la Lande** macht bey dieser Gelegenheit die Anmerkung, daß wir diese Veränderungen keiner andern Ursache zuschreiben können, als der Kraft, durch welche sich verschiedene Weltkörper einander anziehen; aber es werden noch viele Jahrhunderte vorbeygehen, bis man das Gesetz, und Maaß von dieser Kraft wissen wird.

So groß wir uns aber durch diese Entdeckung machen, so weit sind wir vielleicht durch sie herabgekommen. Vielleicht dürfen wir uns nimmer für das einzige auf einem Weltkörper lebende, und vernünftige Geschöpf ansehen; der Gedanken war für uns sehr schmeichelhaft, und, wir müssen es bekennen, unserem Stolze gemäß. Unterdessen hätten uns die engen Schranken unseres Verstandes, die Gränzen, über welche sich unsere Kenntnisse nicht verbreiten können, schon längstens zu einem andern Gedanken führen sollen, der doch auf ewig nur eine pure Muthmassung verbleiben wird. Welcher Abstand unserer Kenntnisse

von der Allwissenheit Gottes! Selbst die Stuffen sind unendlich. Können wir glauben, daß sie alle sollen unbesetzt verblieben seyn? Wir kennen außer unserem Sonnensysteme nichts!, und dieses ist vielleicht eines der kleinsten in dem unendlichen Raume. So wie die Systemen größer werden, so kann es seyn, daß die Kenntnisse der lebenden Geschöpfe wachsen, und in dem Mittelpuncte des Weltgebäudes werden sie vielleicht die vollkommensten seyn.

Bey dem Verleger dieses sind auch nachfolgende Verlagsbücher zu haben

Andachtsübungen (heilige) bestehend in kurzen Tagzeiten, Litaneyen und Gebetern, zu den vornehmsten Heiligen, 12.

Belidor (des Herrn) neue mathematische Lehrschule, zum Gebrauch der Officiers von der Artillerie und der Ingenieurs, a. d. Französischen übersetzt, und mit Zusätzen versehen von J. Ch. Bion, dritte durchaus übersehene und abermal vermehrte Auflage, mit Kupf. 4.

Beyträge zu verschiedenen Wissenschaften von einigen österreichischen Gelehrten, mit Kupf. gr. 8.

Bianchi (Hrn. Abbts) Betrachtungen über verschiedene Gegenstände der allgemeinen und einzeln Glückseligkeit, aus dem ital. 8.

Bonaventurä (des heil.) goldener Psalter zu Ehren der heil. Jungfrau Mariä in allen Nöthen und Anliegen tröstlich zu gebrauchen. 12.

Boscovich (P. Rog. Jos.) Philosophiæ naturalis Theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium, cum fig. 4.

Brunners (Adam Anton) Einleitung zur nöthigen Wissenschaft eines Zahnarztes, mit 2 Kupfertafeln, gr. 8.

Christnachtmetten (heilige) das ist: sonderbare Andacht in der heil. Nacht, samt den drey heiligen Messen, ꝛc. zum Trost und Nutzen aller Gott und der Tugend ergebenen Seelen. 8.

Comödien und Tragödien.

—— der Graf Unhold, ein Lustspiel in 5 Aufzügen, 8.

—— Andreas Fritz, Trauerspiele, a. d. lat. übersetzt. Zweyte verbesserte Auflage, 8.

—— Andreæ Friz, Tragœdiæ & Orationes, 8.

Denis, Zwist der Fürsten, ein Gedicht. 8.

—— Als Loudon Feldmarschall ward, sangen die Soldaten. 8.

—— Die Heimkunft der Kroaten. 8.

Denis (M.) Merkwürdigkeiten der k. k. Garellischen öffentlichen Bibliothek am Theresiano. 4. m.

Eckhel (Jos.) Rede auf die Reise Josephs II. röm. Kaisers in Italien, zwote Auflage, gr. 8.

Erber (Bern.) Notitia illustris Regni Bohemiæ Scriptorum Geographica & Chorographica, c. XIII. mappis geogr. Fol.

Flemyng (D. Malcolm) Abhandlung von der Natur, Ursache, und Heilung der übermäßigen Fettigkeit des Körpers, mit zwey merkw. Krankengeschichten erläutert, aus dem engl. übersetzt von J. J. Plenk, 8.

Frölich (Erasmi) Annales Compendiarii Regum & Rerum Syriæ numis veteribus illustrati. Editio altera. Folio,

de Jordan (Joan. Christoph.) de Originibus Slavicis Opus chronologico-geographico-historicum, in Tomos II. divisum. Folio.

Haen (Anton. de) Epitome operum omnium in usum juniorum practicorum studentiumque accomodata, per J. M. Schoslan. 8. m.

Hermanns (B. L.) Reisen durch Oesterreich, Steyermark, Kärnten, Krain, Italien, Tyrol, Salzburg und Bayern im Jahre 1780. in Briefen an den Herrn Hofrath v. S... in Wien. 8.

——— über die Einführung des Studiums der Technologie; oder über die Lehre von Handwerken, Künsten, Manufakturen und Fabriken. 8.

Jubelschall (Johannäischer) den heil. Johannem von Nepomuck, samt ausführlicher Lebensbeschreibung, wie auch auserlesener Gebeter, Tagzeiten, ꝛc. Dritte in vielen vermehrte Auflage, 12.

Kalender (monatlicher Haus- und Landwirthschafts.) 8.

Lebensbeschreibung (curieuse und merkwürdige) eines zu einen Christen gewordenen Afrikaners. 8.

——— (denkw.) des seligen Johann Francisci Regis, von der Ges. Jesu. 4.

——— (merkwürdige) einer in Gestalt eines Passagieurs reisenden Wienerinn. 8.

Liesganig (Joan.) Dimensio graduum meridiani Viennensis & Hungarici, cum fig. 4. maj.

Maffei (Joan. Pet.) Historiarum Indicarum Libri XVI. & selectarum Epistolarum ex India Libri IV. Fol.

Mezburg (Geo.) Elementa Arithmeticæ. 12. 1769.
Mitterbacher (Ludwig) Anfangsgründe der physikalischen Astronomie, gr. 8.
Museum Hermeticum reformatum & amplificatum continens: Tractatus Chymicos XXI. præstantissimos, cum fig. 4. Frft. & Lipsiæ.
Nothankers sieben auserlesene Predigten zum Nutzen des Seelsorgers auf dem Lande. 8.
Officium der unbefleckten Empfängniß Mariä, 12.
Peickhardts (Franc.) Erklärung der 4 evangelischen Beschreibungen, nach dem buchstäblichen und sinnlichen Verstande einhelliger Auslegung, sowohl griechisch- als lateinischer Väter, in den gewöhnlichen Sonntagspredigten vorgetragen, 4 Theile, Fol.
—— geistreicher Kern aller Gebeter, samt Tagzeiten, nebst Meß- Beicht- und Kommuniongebetern. 12.
Pray (Georgii) Annales Regum Hungariæ Pars I. Fol. maj.
—— item — P. IV. Fol. maj.
—— item — P. V. Fol. maj.
—— Dissertationes historico-criticæ in annales veteres Hunnorum Avarum & Hungarorum. Fol. m.
Predigten (7 auserlesene) zum Nutzen fürs Landvolk, 8.
Premlechneri (Laur.) Carmina. 8. maj.
Regelspergers (Christoph) auf Rabners Tod Tröstungsgesang an Sachsen, gr. 8.
Sandschusters (Adam) drey wichtige Vorberichte, oder Anleitung zur Auslegung der christlichen Glaubenslehre. 12.
Schatzkästlein (geistliches) verschiedener Andachten durch die ganze Wochen gar nützlich zu gebrauchen, neue Auflage. 12.
Schiffermillers (Ignaz) Versuch eines Farbensystems mit 2 Vignetten und illum. Kupfertafeln, gr. 8.
Schwarzens (Dr.) Versuch in Fabeln. 8.
Stobæi (Georgii de Palmaburgo Episcopi Lavantini) Epistolæ ad diversos. 4.
Stoerck (Ant. lib. Bar. de) Præcepta medico-practica in usum Chirurgorum castrensium & ruralium ditionum austriacarum. 2 Tom. 8. m.

Stoll

Stoll (Max.) Ratio medendi in nosocomio practico Vindobonensi. 2 Part. 8. m.

Synopsis fontium Austriæ, provinciarumque subditarum a J. C. M. D. 8.

Tagzeiten (die größeren) des heil. Blutzeugen Johannis von Nepomuck, aus dem röm. Brevier in das deutsche übersetzt. 8.

Trnka (Wencesl.) Commentarius de tetano, plus quam ducentis clarissimorum medicorum observationibus, nec non omnibus hactenus cognitis adversus tetanum remediis instructus. 8.

——— historia Cophoseos & Baryecoiæ. 8.

——— de Diabete Commentarius. 8.

Verzeichniß (systematisches) der Schmetterlinge der Wienergegend, herausgegeben von einigen Lehrern am k. k. Theresianum. 4. mit schwarzen Kupfern.

——— Dasselbe mit gemahlten Kupfern.

Vizeri (Adami) Prænotiones hermeneuticæ novi testamenti, in usum Theologiæ exegeticæ auditorum. 4.

Weg (sicherer und kürzester) zu wahrer und beständiger Gemüthsruhe in dem geistlichen Stande, 8.

Wurz (Ignaz) Anleitung zur geistlichen Beredsamkeit. 2 Theile, gr. 8.

——— Charfreytagspredigt, gehalten 1772. gr. 8.

——— ——— ——— ——— 1773. gr. 8

——— Anleitung zur geistlichen Beredsamkeit in einem Auszuge, gr. 8.

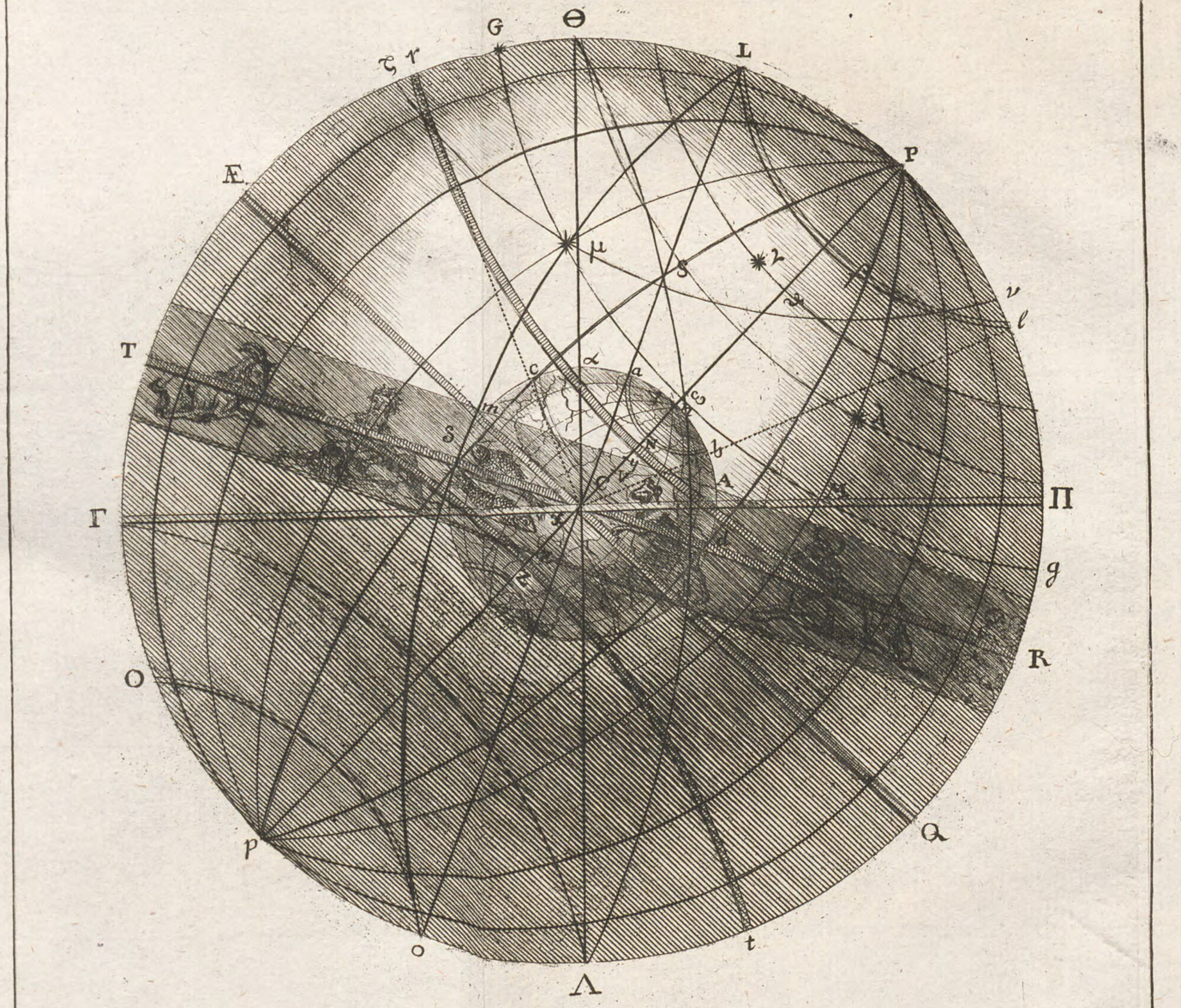
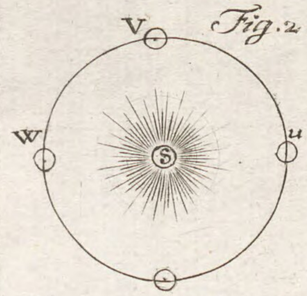

G
Θ
L
P
Æ.
T
Γ
O
p
o
Λ
t
Q
R
Π
g
ν
l
μ
λ
A
c
a
b
m
n
e
s

Fig. 2.



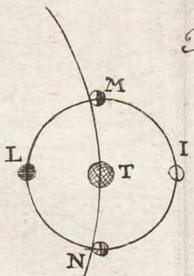


Fig. 3.

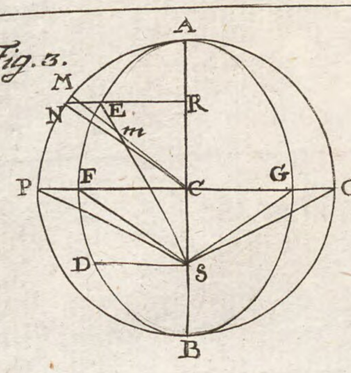


Fig. 7.

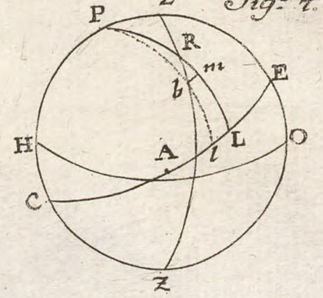


Fig. 5.

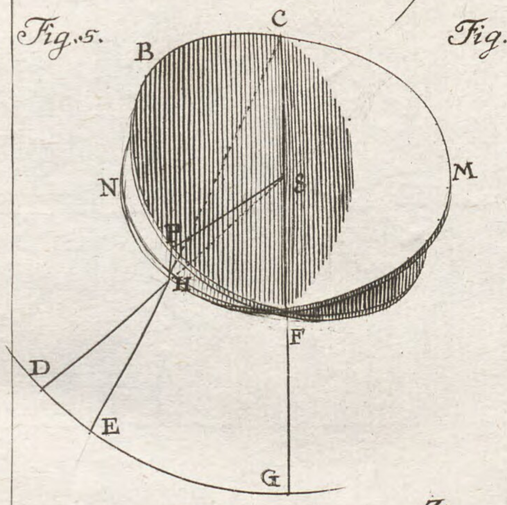


Fig. 6.

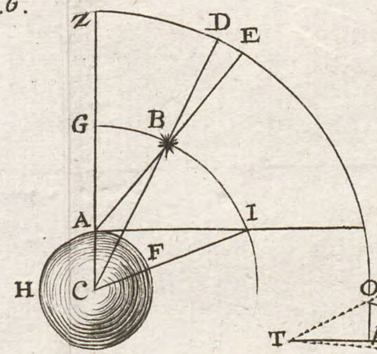


Fig. 4.

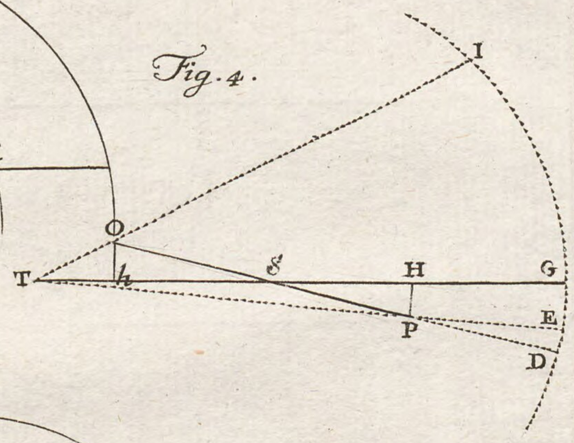


Fig. 10.

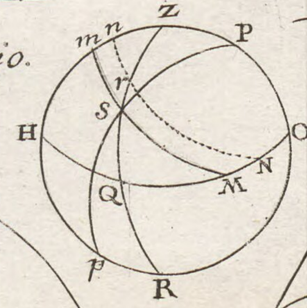


Fig. 9.

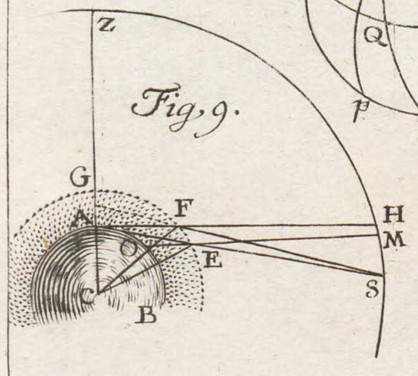


Fig. 11.

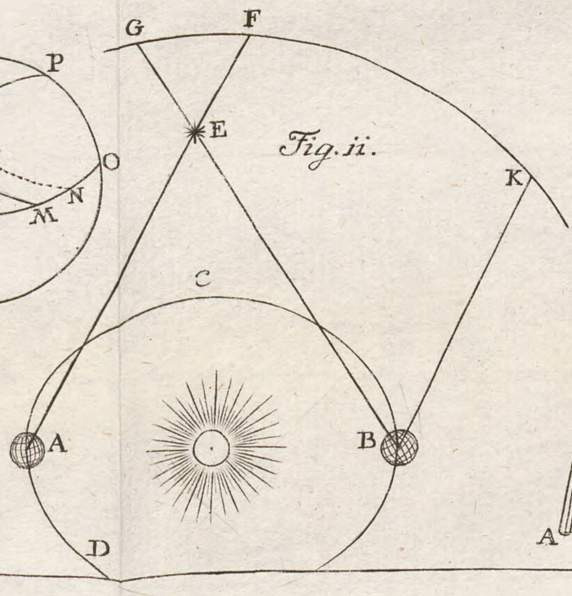
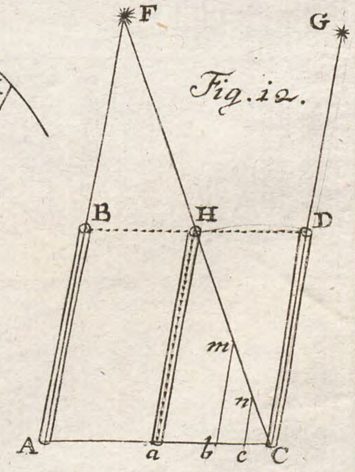


Fig. 12.



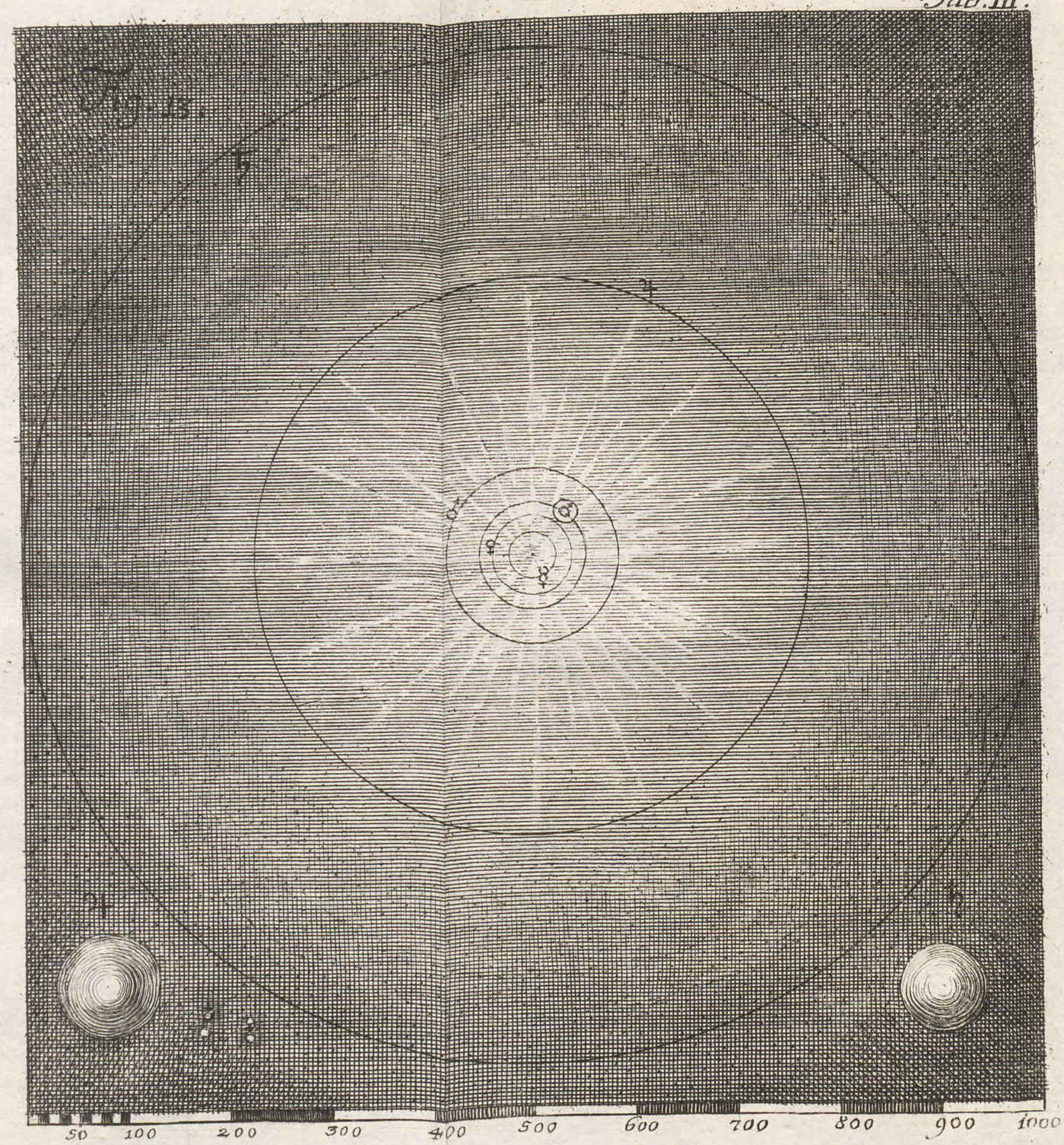


Fig. 13.
☿
☽
☉
♂
♃
♄
♅
♆
50
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

Fig. 13.

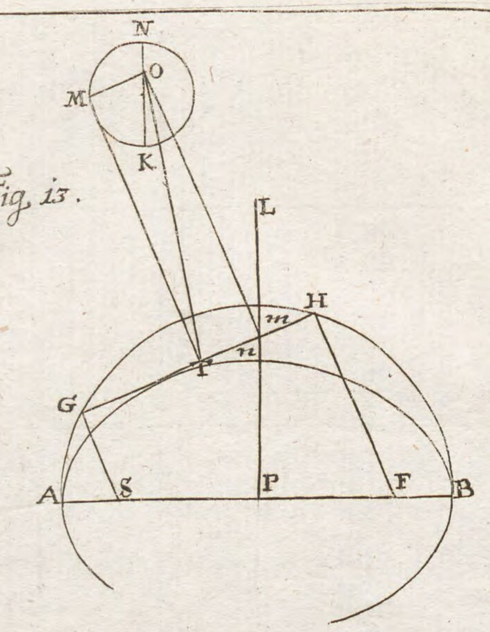


Fig. 14.

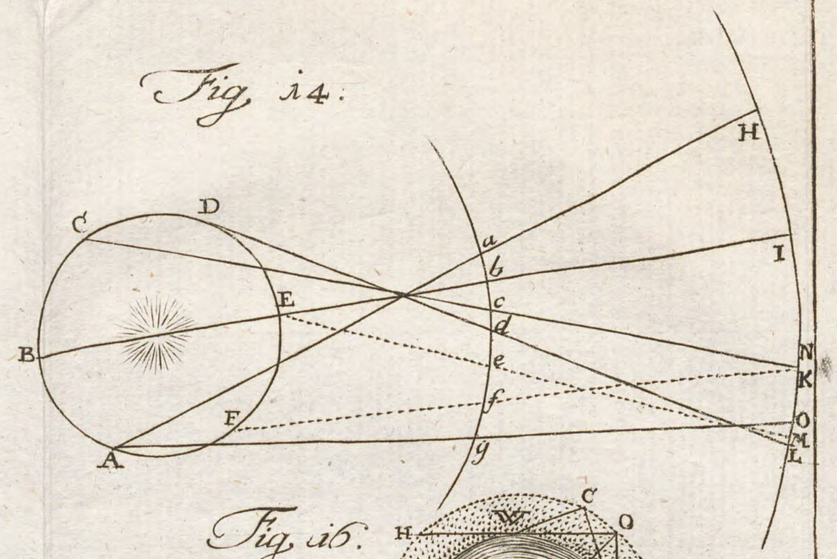


Fig. 16.

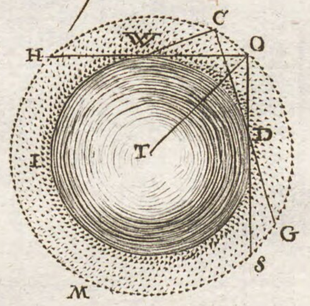


Fig. 15.

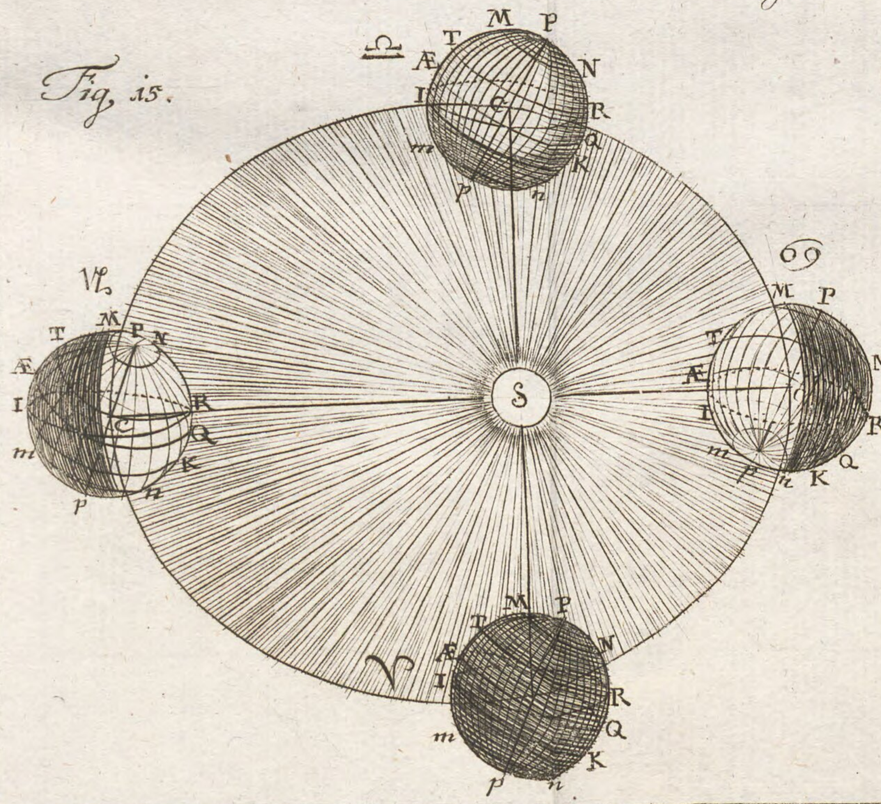


Fig. 17.

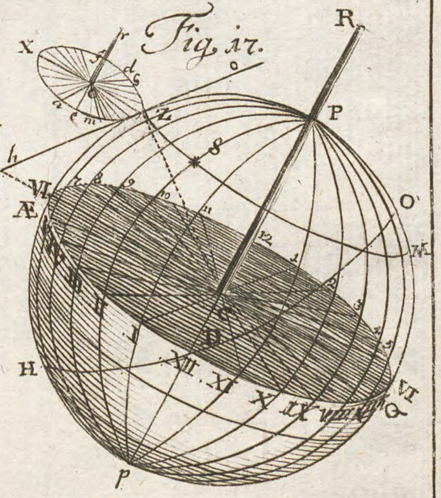


Fig. 18.

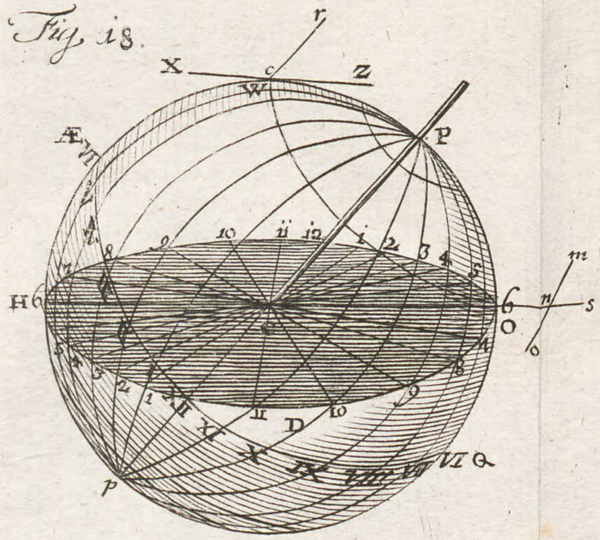


Fig. 19.

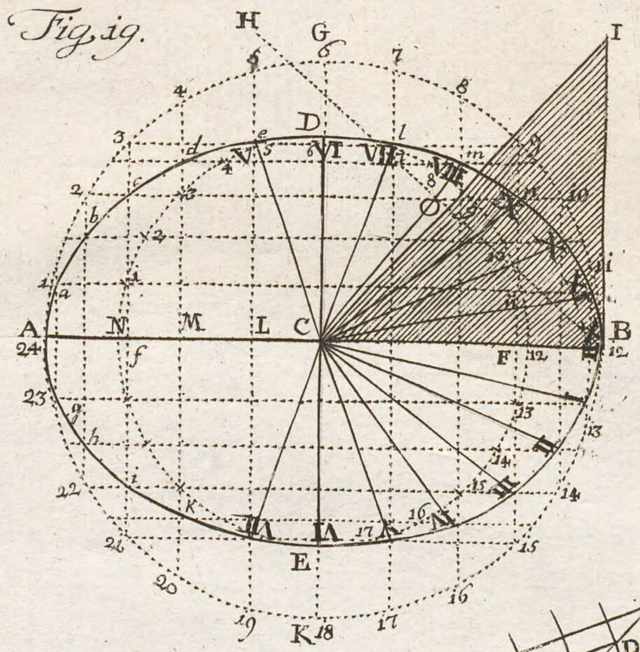


Fig. 20.

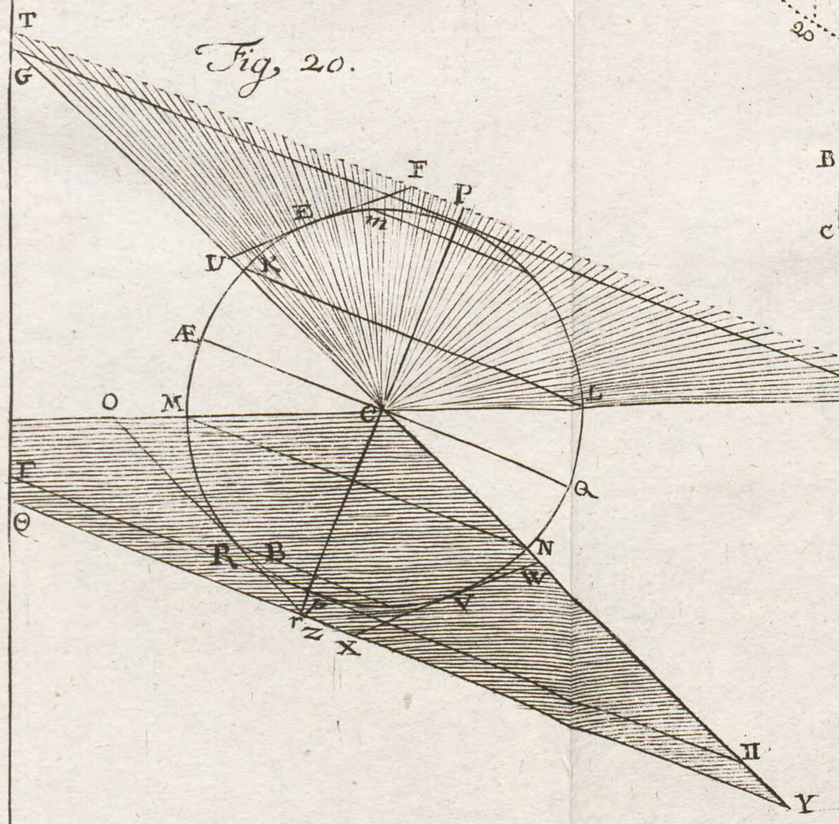


Fig. 21.

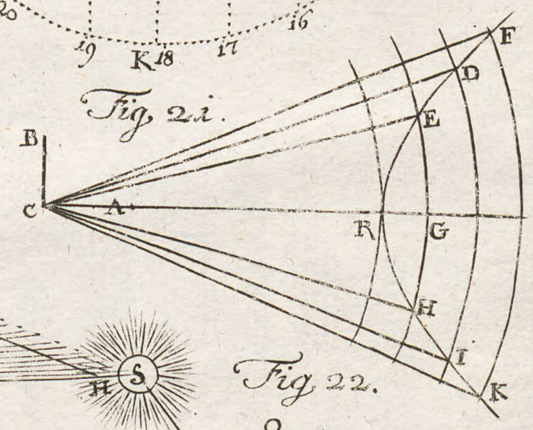


Fig. 22.

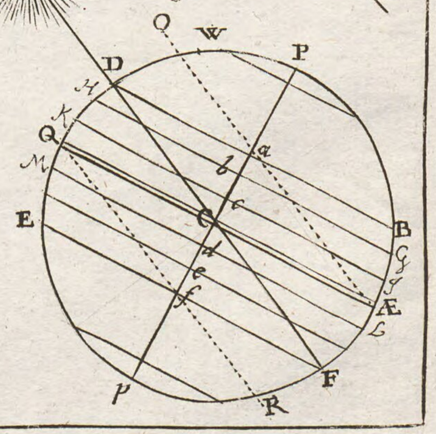


Fig. 23.

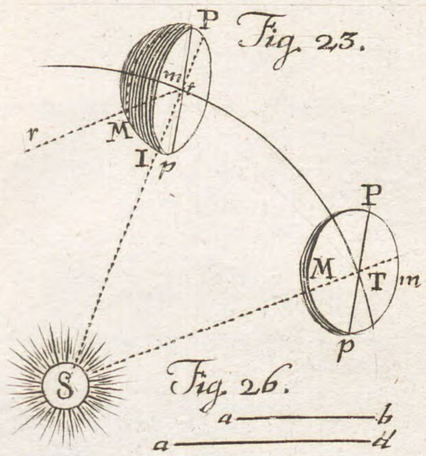


Fig. 24.

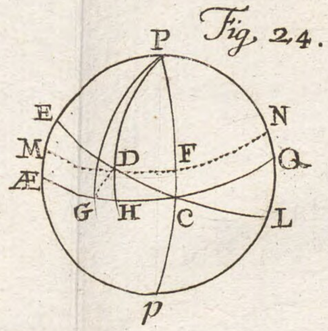


Fig. 25.

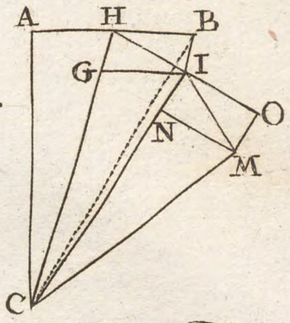


Fig. 26.

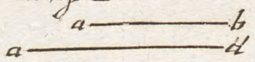


Fig. 27.

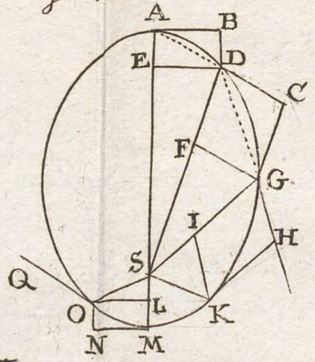
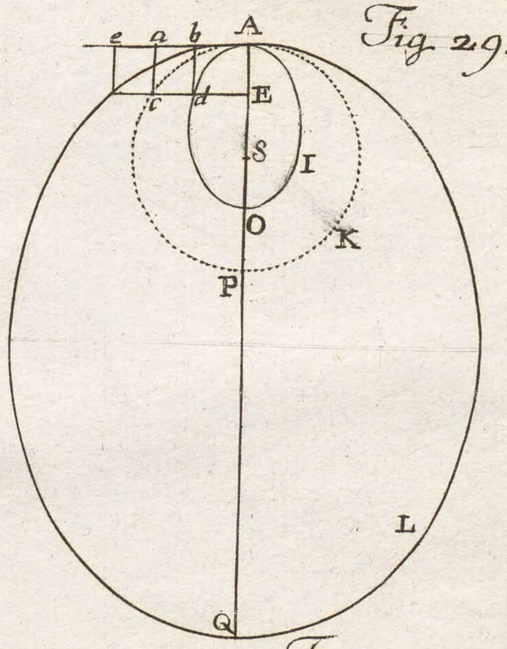


Fig. 29.



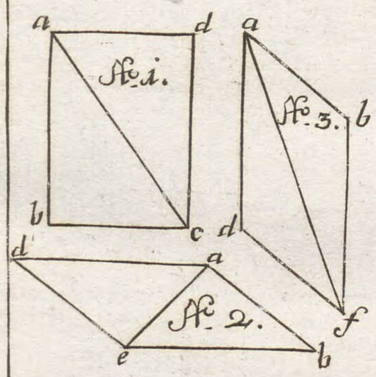


Fig. 28.

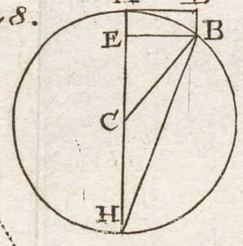


Fig. 31.

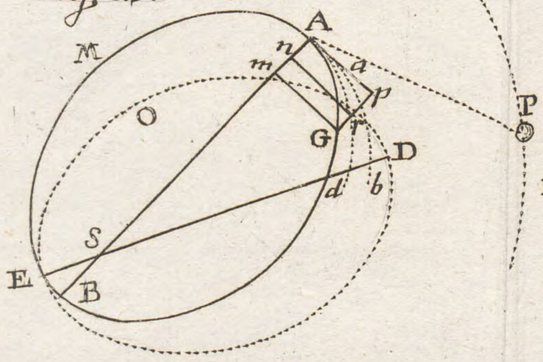


Fig. 32.

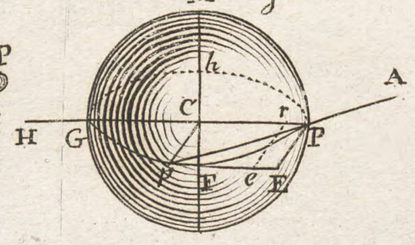


Fig. 30.

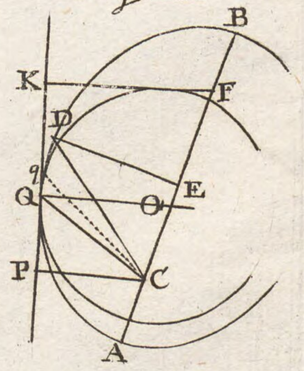


Fig. 33

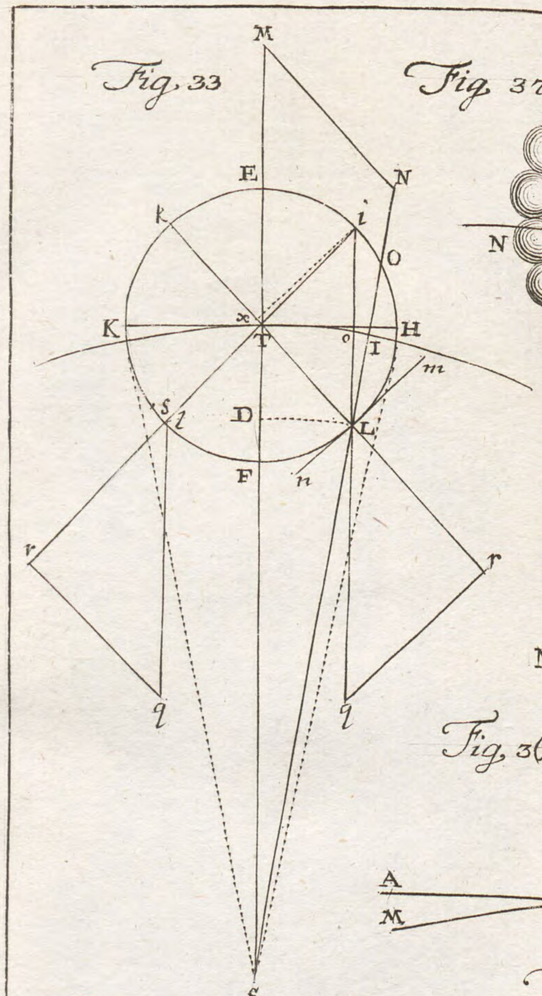


Fig. 37.

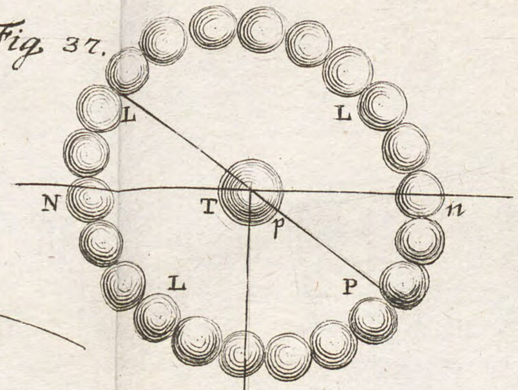


Fig. 38

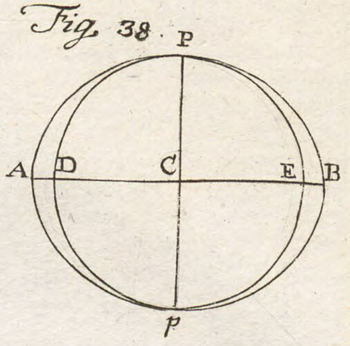


Fig. 39

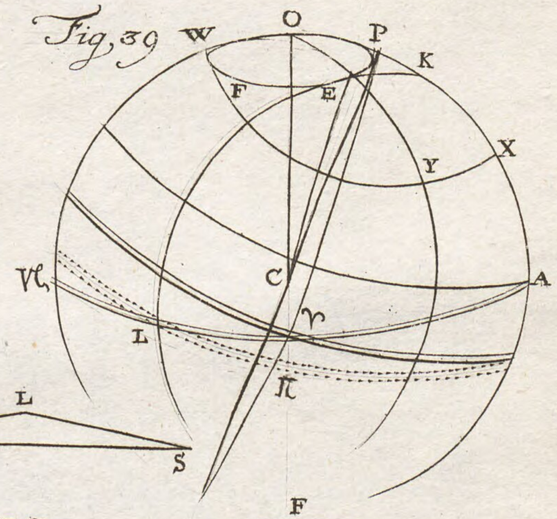


Fig. 36.

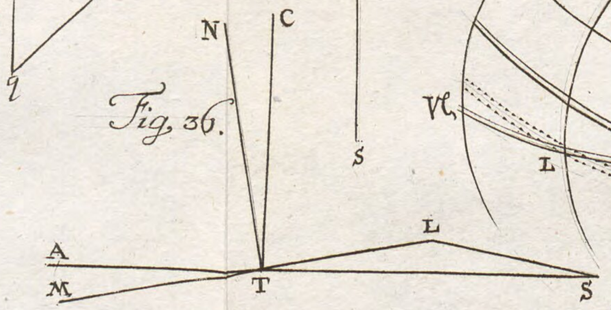


Fig. 34

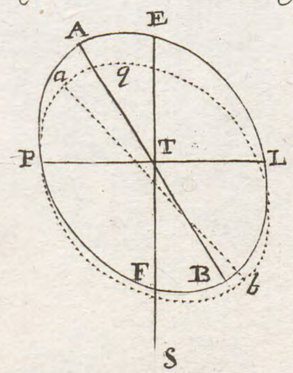


Fig. 35

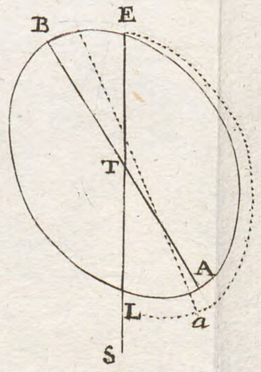


Fig. 40

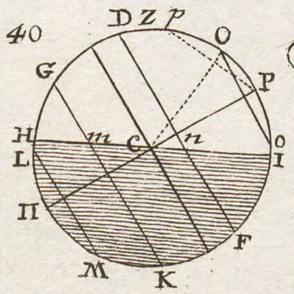


Fig. 41

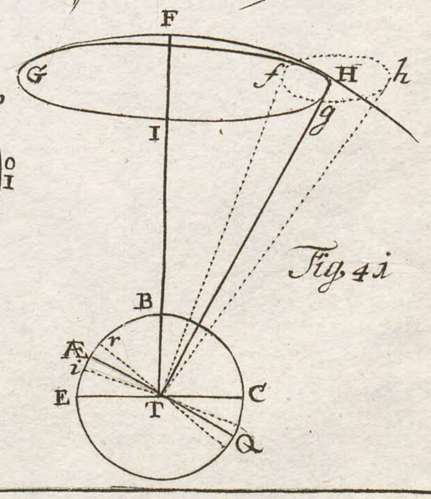


Fig. 42

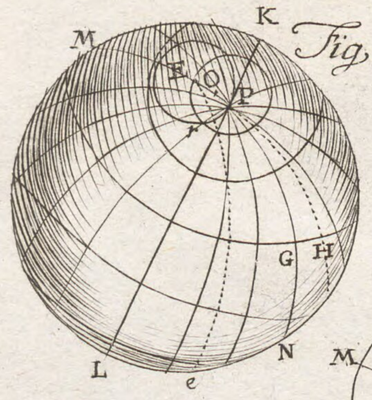


Fig. 43.

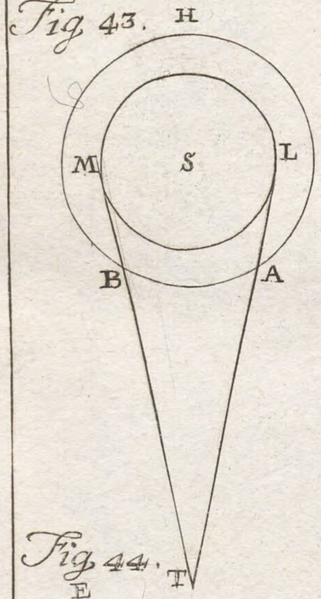


Fig. 44.

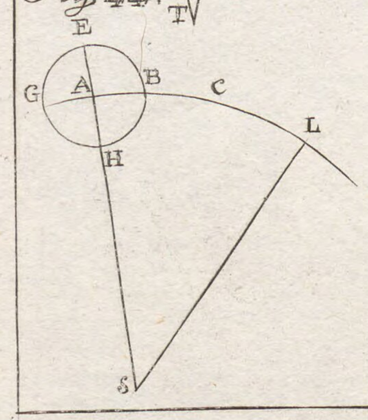


Fig. 45

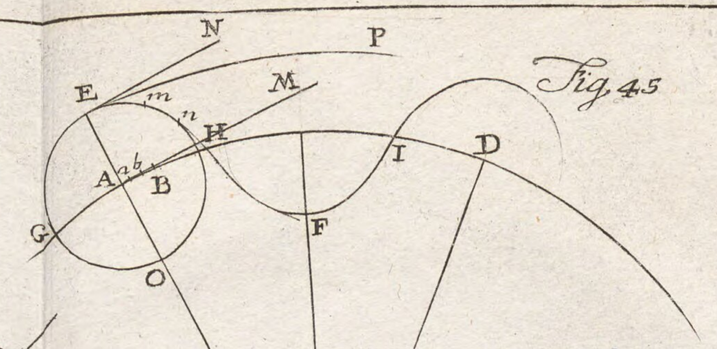


Fig. 47.

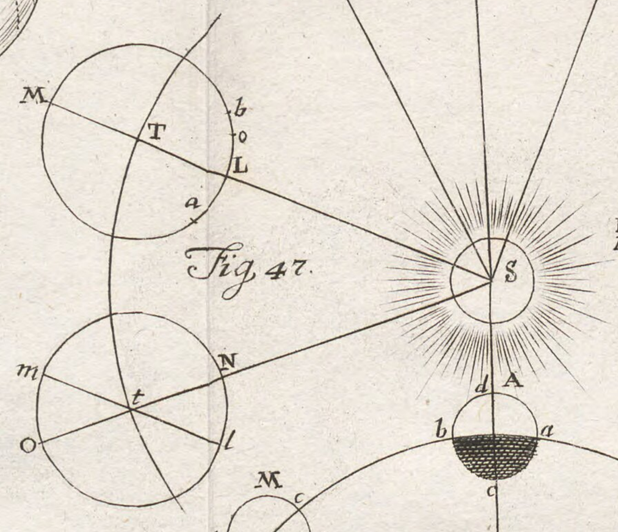


Fig. 48.

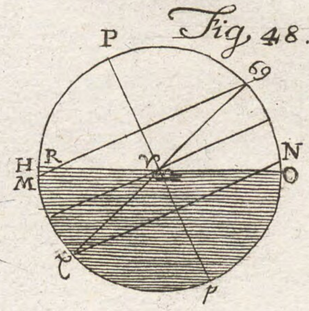


Fig. 46.

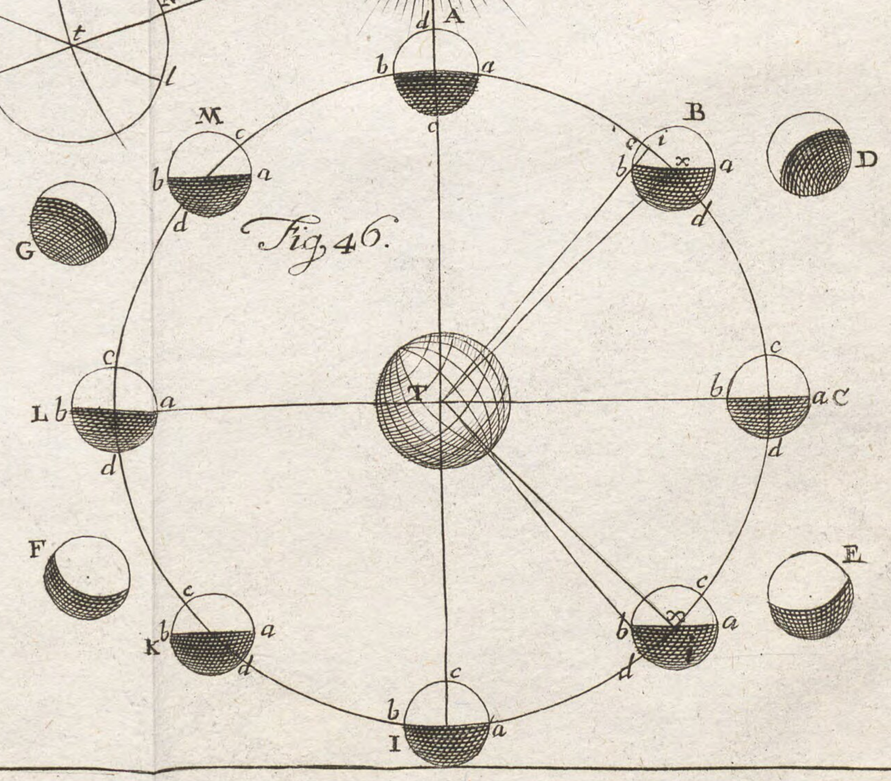


Fig. 49.

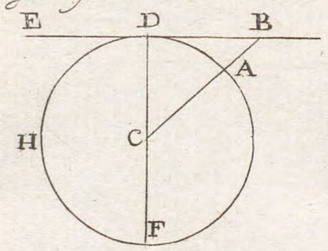


Fig. 51.

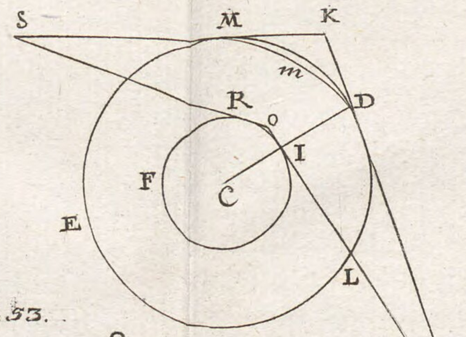


Fig. 53.

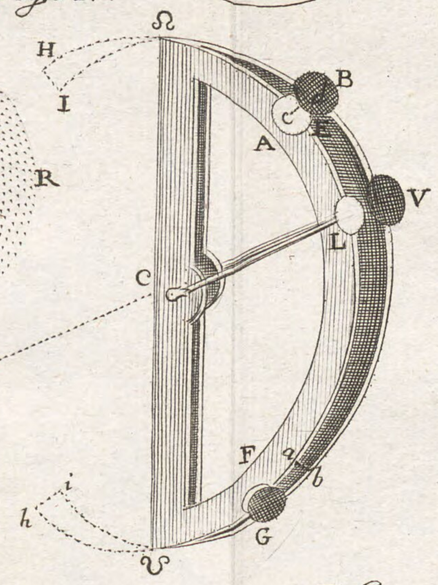


Fig. 52

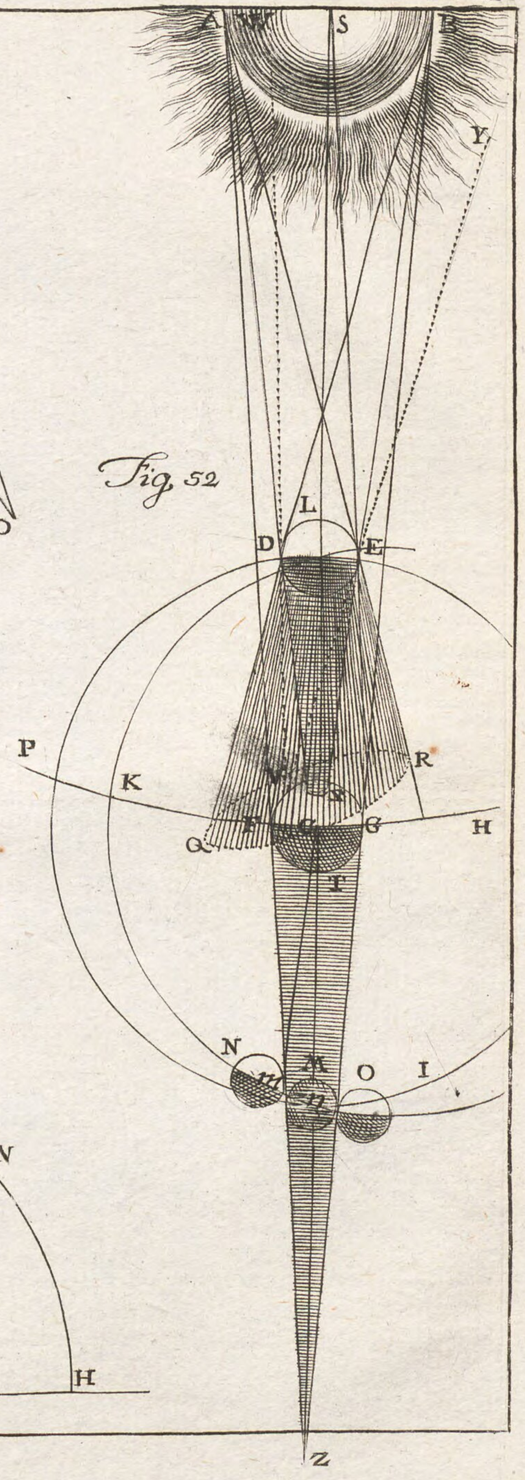


Fig. 50.

Fig. 55.

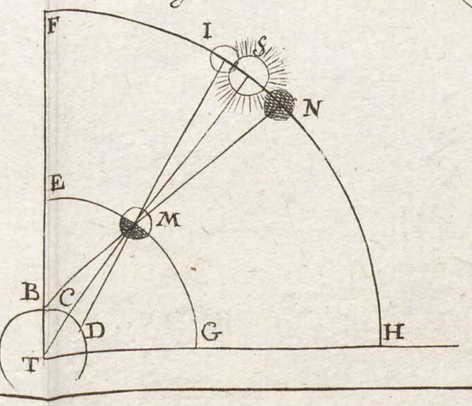
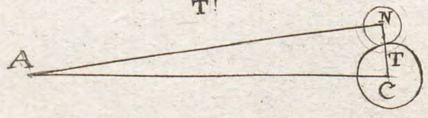


Fig. 54.



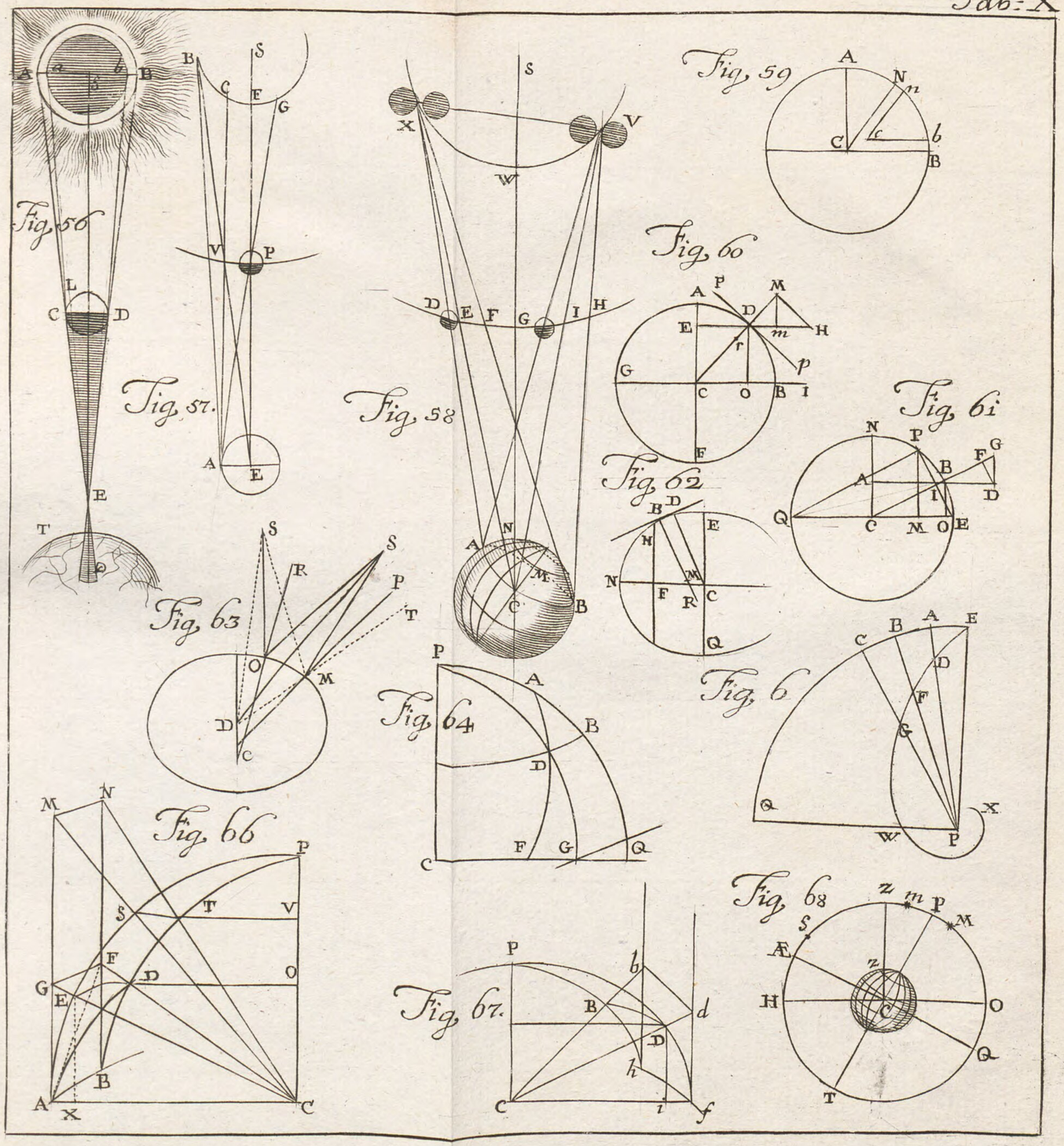


Fig. 56
Fig. 57.
Fig. 58
Fig. 59
Fig. 60
Fig. 61
Fig. 62
Fig. 63
Fig. 64
Fig. 6
Fig. 66
Fig. 67.
Fig. 68

XX XI,90

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Mitterpacher, Ludwig,

Anfangsgründe der physikalischen Astronomie

Wien 1781

Astr.u. 124
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10061057-7
VD18 10719644